

3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

Para realizar correctamente un análisis de la incidencia que sobre los elementos del medio pueda generar un cierto proyecto, es importante conocer cuáles de sus componentes, o las labores inherentes a su ejecución, los puedan afectar.

Para ello deberá realizarse una aproximación al mismo, que cumpla con dos funciones. Por un lado, y para aquellos que han trabajado ya con proyectos similares, identificar y definir sus particularidades y componentes que lo distinguen. Y por otro lado, y como segunda función, permitir a los desconocedores conocer los componentes de este tipo de instalaciones, sus necesidades constructivas, etc., proporcionando una idea clara de los métodos y operaciones que son precisos para su ejecución, de sus necesidades de espacio y de las implicaciones que su presencia va suponer a medio y largo plazo en el entorno concreto donde se va a ubicar.

A continuación se describen los elementos e instalaciones que componen el Proyecto SIEPAC, así como las actividades a implementarse en el transcurso del desarrollo del proyecto propiamente tal, la construcción y la explotación de la línea.

3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA

El Proyecto SIEPAC se compone básicamente de una línea eléctrica de simple circuito, corriente alterna trifásica y una tensión nominal de 230 kV.

La estructura básica de la línea es similar a la de cualquier otro tendido eléctrico, esto es, se compone de unos cables conductores, agrupados en tres fases por circuito, por los que se transporta la energía eléctrica de una subestación a otra, y de unos apoyos que sirven de soporte a las fases, que mantienen a éstas separadas entre sí y del suelo.

Las particularidades de cada línea están en función de su tensión, que condiciona, entre otras cosas las dimensiones de sus elementos, dictadas por los Reglamentos Técnicos de Líneas

Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (RLAT) en vigor, debiendo tenerse en cuenta además la legislación particular de cada uno de los países afectados por el Proyecto SIEPAC, que para algunos de ellos a falta de una legislación propia está representada por la de Estados Unidos. Asimismo, para el diseño y coordinación del aislamiento se seguirán las normas y especificaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

En el diseño de la línea se han previsto apoyos metálicos de simple circuito, con una disposición “delta” de las fases, estando compuesta cada una de las fases por un conductor.

La figura 1, adjuntada en el Anexo 5, muestra la configuración general de una torre de simple circuito, como las que se utilizarán en la línea SIEPAC en estudio. Como se aprecia en el mismo, el apoyo soporta un circuito con la disposición “delta” de los conductores. Las fases están suspendidas de las torres por las cadenas de aisladores.

3.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO

A continuación se describen más ampliamente los componentes de la línea:

3.2.1 APOYOS

Los apoyos utilizados son torres de celosía de acero galvanizado, de unos 40 m de altura, contruidos con perfiles angulares laminados y galvanizados que se unen entre sí por medio de tornillos también galvanizados, material que presenta una resistencia elevada a la acción de los agentes atmosféricos.

Las estructuras son metálicas, enrejadas y autosoportantes, con cuatro apoyos denominados patas. Los perfiles laminados son en ángulo, en calidades A-52 y A-42, con un valor del límite elástico de 3.600 y 2.600 Kg/cm², respectivamente.

La altura de las estructuras está definida por diversos criterios, entre los que destaca la distancia mínima del conductor al terreno en el caso de máxima flecha vertical.

A partir de esta premisa básica, se define cada apoyo de la línea adaptándolo a cada punto en concreto del trazado. Así, se ha previsto por ejemplo la posibilidad de ampliar la altura de la torre normal utilizando extensiones de la misma.

El tipo y dimensiones particulares de cada apoyo vienen definidos por la función que éste cumple en la línea, las distancias de seguridad que se han de mantener y otros criterios tales como la longitud total de los vanos existentes antes y después del apoyo, la topografía presente en estos vanos, la situación que posea en la traza, que motive que sea de anclaje, de suspensión, de principio o fin de línea, de ángulo, definiendo para cada uso un diseño del apoyo distinto, en función de las cargas y necesidades que cada situación motiva.

Respecto a los tipos de apoyos proyectados, hay que señalar que se han proyectado 5 tipos básicos de estructuras de simple circuito, los cuales deben cubrir en su casi totalidad las necesidades de la línea.

Atendiendo a su función en la línea, los tipos de apoyos proyectados se clasifican en la siguiente forma:

- Apoyo de alineación (vano equivalente 380 m): sirve exclusivamente para sostener los conductores y cables de tierra; se utilizan en las alineaciones rectas con vano medio de 380 m. Se ha previsto para un eolovano (vano máximo en función del viento transversal) de 400 m con ángulo en la traza simultáneo de 2° , y un gravivano (vano máximo en función del peso que soporta cada apoyo) de 660 m.
- Apoyo de alineación (vano equivalente 800 m): sirve exclusivamente para sostener los conductores y cables de tierra; se utilizan en las alineaciones rectas con vano medio de 800 m. Se ha previsto para un eolovano (vano máximo en función del viento transversal)

de 800 m con ángulo en la traza simultáneo de 2° , y un gravivano (vano máximo en función del peso que soporta cada apoyo) de 1.200 m.

- Apoyo de anclaje o ángulo de 0° a 30° : proporciona los puntos firmes de la línea, dado que limitan la propagación a lo largo de la misma de esfuerzos longitudinales de carácter excepcional. Se han calculado suponiendo que cumplen las funciones de anclaje o como simple apoyo de ángulo, en cuyo caso puede utilizarse hasta valores de 30° con un eolovano de 400 m. En el caso de suprimirse el ángulo, puede utilizarse con un eolovano máximo de 660 m.
- Apoyo de anclaje o ángulo de 30° a 60° : se usa para sostener los conductores y cables de tierra en los vértices de los ángulos fuertes formados por dos alineaciones. Se ha proyectado con un eolovano de 400 m y gravivano de 660 m para prever los casos de apoyos situados en puntos elevados con fuertes desniveles en los vanos contiguos.
- Apoyo de fin de línea y ángulo de 0° a 45° : debe resistir, en el sentido longitudinal de la línea, la sollicitación de todos los conductores y cables de tierra. Se ha previsto para la utilización en todos los puntos de salida o entrada a subestaciones, así como para apoyos de ángulo hasta 45° . Los valores de eolovano y gravivano son 330 m y 200 m, respectivamente.

La distancia mínima de los conductores al suelo debe respetar un gálibo de 5,30 m al que se ha de añadir una variable función de la tensión. Es habitual adoptar una distancia mínima superior a la de cálculo, para este proyecto se considera una altura mínima de 8,0 m.

Cuando se sobrevuelan masas de arbolado, se habrá de mantener una distancia de seguridad al arbolado de 1,5 m más una variable función de la tensión, resultando 4,5 m la altura libre a respetar sobre el arbolado.

El valor de vano económico (costo mínimo) se ha calculado para el conductor determinado, en función de las características básicas de éste y fijando las dos posibles limitaciones del tense de

las dos hipótesis consideradas (la de límite vibratorio y máxima tensión y la de máxima flecha). Determinando el valor de la flecha máxima, y en función de ésta y de los componentes del costo de la línea, se ha analizado la variación de éste en función del vano. En el presente caso se ha adoptado un vano medio de 380 m.

Además de todo lo mencionado, cada apoyo posee una forma particular en función de la topografía sobre la que ha de izarse, de forma que el apoyo esté perfectamente equilibrado mediante la adopción de patas desiguales que corrijan las diferencias de cota existentes, evitando la realización de desmontes excesivos.

3.2.2 CIMENTACIONES

La cimentación de los apoyos es del tipo de patas separadas, es decir la cimentación de cada pata es independiente. El sistema adoptado en general es el de macizos de hormigón, reservando la utilización de emparrillados metálicos para aquellos casos en que la magnitud de los esfuerzos lo haga aconsejable.

Las cimentaciones de hormigón previstas, están formadas por cuatro macizos independientes de hormigón. En ellas van empotrados los correspondientes perfiles de anclaje a los que se atornilla la parte inferior del apoyo.

Estas cimentaciones tienen forma de prisma de sección cuadrada, siendo las dimensiones del macizo función de las características del terreno.

Los emparrillados metálicos estarán formados por una serie de perfiles angulares encajados en dos perfiles en U a los cuales van atornilladas las patas del apoyo. El cálculo de los emparrillados se ha realizado suponiendo un coeficiente de trabajo del terreno de 2 kg/cm^2 , y un ángulo de arranque de tierras de 20° .

Dependiendo de estas características las cimentaciones se dividen en tres tipos: suelos, mixta y roca. La utilización de una u otra está en función de la profundidad a la que se encuentra la

roca durante la excavación. La cimentación mixta une características de una y otra, en función de su semejanza con ellas.

3.2.3 CONDUCTORES

La línea está constituida por un circuito compuesto por 3 fases, con 1 conductor por fase. Los conductores se montan en disposición “delta” en el apoyo, con una separación de 5,7 m entre 2 fases, estando estas distancias fijas definidas en función de la flecha máxima. Los conductores están constituidos por cables trenzados de aluminio y acero.

Se utilizará el conductor ACSR CONDOR, el cual está compuesto de Aluminio-Acero, tiene una sección total de 455 mm², un diámetro exterior de 27,76 mm y un peso de 1,524 kg/m.

3.2.4 HILOS DE GUARDA

Los hilos de guarda o cables de tierra son dos, y se encuentran situados en los puntos más altos de los apoyos. Su función es proteger a la línea contra las sobretensiones debidas a descargas atmosféricas. De tal forma que si existe una tormenta, estos cables actúan de pararrayos evitando que las descargas caigan sobre los conductores y provoquen averías en las subestaciones y el corte de la corriente. El fin que cumplen es transmitir la descarga a tierra, a través del apoyo, y al resto de la línea, disipando el efecto a lo largo de una serie de torres.

La distancia a la que quedarán entre sí los conductores y cables de tierra se ha elegido con base a la resistencia de difusión, a la onda de impulso de la torre a tierra y teniendo en cuenta el número de elementos de la cadena de aisladores. De esta forma, el aislamiento del sistema eléctrico, tanto en el centro del vano como en el punto de amarre de la cadena de aisladores, será similar en el caso de que un rayo fulmine el cable de tierra en cualquier punto de éste.

Uno de los hilos de guarda será un cable Alumoweld 7 N°8 AWG, de 58,56 mm² de sección, 9,78 mm de diámetro, y 0,3896 kg/m de masa lineal. El otro hilo de guarda será un cable tipo OPGW, de 108 mm² de sección, 15,8 mm de diámetro, y 0,485 kg/m de masa lineal.

La razón que ha aconsejado la elección del cable Alumoweld 7 N°8 AWG ha sido que éste está muy experimentado para este fin en líneas de 230 kV, presentando además tres ventajas sensibles sobre los de acero galvanizado: tiene una resistencia a la corrosión atmosférica superior, posee unas mejores características de conductividad, reduciendo el calentamiento de cortocircuito, y finalmente, sus posibilidades de tense permiten alcanzar un óptimo económico, manteniendo un ángulo de protección correcto de los conductores.

3.2.5 DISPOSICIÓN DE LOS CABLES EN LOS APOYOS

Las fases se disponen en disposición “delta” de los conductores, con una separación entre conductores de 5,7 m.

Los cables de tierra se prevén a una distancia vertical de 2,8 m por encima en los apoyos de cadenas verticales, suspensión, y de 5,7 m en los de cadenas horizontales, amarre. Disposición con la que se consigue una eficaz protección de la línea contra el rayo.

La distancia mínima entre los conductores y sus accesorios, en tensión, y los apoyos no será inferior a 1,8 m.

3.2.6 CADENAS DE AISLADORES

Para que los conductores permanezcan aislados y la distancia entre los mismos permanezca fija, dichos conductores están unidos a los apoyos mediante las denominadas cadenas de aisladores, que mantienen los conductores sujetos y alejados de la torre.

El aislador a utilizar en las cadenas de suspensión y amarre será de vidrio templado, con acoplamiento bola y casquillo (ball and socket) y de 254 mm de diámetro.

En los tramos normales, las cadenas de suspensión estarán formadas por cadenas de 16 elementos y las de amarre también estarán formada por 16 elementos del aislador anterior. Sin embargo en los apoyos en cotas superiores a 1.000 msnm las cadenas, con la misma disposición, estarán compuestas por 17 aisladores.

3.2.7 PUESTAS A TIERRA

Existe una puesta a tierra por apoyo, que tiene como función básica trasladar al suelo la sobrecarga que supone la caída de un rayo sobre un apoyo o el cable de tierra. Para lo cual éste último distribuye el rayo a los apoyos próximos al punto de caída, descargando a tierra a través de cada uno de ellos.

El Reglamento exige que en zonas frecuentadas, la resistencia de difusión de la puesta a tierra de los apoyos no sea superior a 20 ohmios. En el presente caso se han estudiado las tomas de tierra para que este valor no supere los 10 ohmios, utilizando para ello una pica clavada en el fondo del hoyo, que sirve de alojamiento a las parrillas, en dos patas diametralmente opuestas. Esta pica será de redondo de acero galvanizado, de 2 m de longitud y 25 mm de diámetro, quedando unida al montante de la torre por cable de acero galvanizado de 10,5 mm de diámetro. En caso de resultar un valor de la resistencia superior al previsto, se colocarán picas supletorias de las mismas características, hasta conseguir el valor requerido.

3.3 CONDICIONANTES TÉCNICOS

La seguridad de una línea de transporte posee una importancia vital, tanto desde el punto de vista de asegurar el suministro y distribución de la energía eléctrica, como para las personas y los elementos que puedan estar situados debajo y en el entorno de la misma.

Para evitar en lo posible cualquier tipo de fallo se mantiene un control riguroso y continuo tanto en el proyecto, como en el montaje y la posterior conservación, con el fin de prever cualquier posible envejecimiento o agotamiento prematuro de los materiales utilizados en la construcción.

Todos los elementos que constituyen una línea eléctrica aérea son importantes para conseguir una total seguridad, pero, sin duda, el elemento principal es el conductor, por lo que se le presta una atención especial cuando se procede a su montaje, en particular al cálculo de sus estados de equilibrio y al regulado de su tensión mecánica.

Los reglamentos a que está sometido el presente Proyecto fijan las prescripciones que debe cumplir el conductor al ir suspendido de los apoyos, centradas en los coeficientes de seguridad que deberá cumplir, y en la distancia mínima libre entre conductor y terreno, así como a los servicios cruzados, tanto privados como públicos, entre los que se destacan las carreteras y ferrocarriles, otras líneas, zonas boscosas, etc.

Las distancias libres entre conductores y los servicios cruzados son muy variables, en función del elemento existente.

Las normas aplicables en el Proyecto en lo referente a situaciones especiales, como son los cruzamientos y paralelismos con otras líneas o con vías de comunicación, pasos sobre bosques o zonas urbanas, vienen recogidas en el Reglamento vigente, en cuanto a los requisitos, exigidos en el Proyecto, con objeto de reducir la probabilidad de accidentes, manteniendo la seguridad de la línea.

La distancia de seguridad de los conductores al terreno, deberá ser como mínimo de 8,0 m.

Los cruzamientos son los cruces de la línea con elementos del terreno, infraestructuras viales o de comunicaciones, pasos sobre bosques o zonas urbanas, etc., que supongan una limitación para su paso.

No será necesario adoptar disposiciones especiales en los cruces con cursos de agua no navegables, caminos de herradura, sendas, veredas, cañadas y cercados no edificadas, salvo

que en éstos últimos se pueda exigir un aumento en la altura de los conductores, ya que la altura de seguridad sobre el terreno adoptada, es superior a la necesaria para salvar estas infraestructuras.

A continuación se reseñan las diferentes normas y criterios que se tendrán en cuenta en el Proyecto en los cruzamientos.

En los cruzamientos de carreteras, vías de comunicación y ferrocarriles la normativa prohíbe la instalación de apoyos de líneas eléctricas de alta tensión en las zonas de influencia de las carreteras, es decir, a distancia inferior a 25 m para carreteras de la red estatal y de 15 m para la vecinal. Igualmente está prohibida la instalación de apoyos que, aún cumpliendo con las separaciones anteriores, se encuentren a menos de 8 m de la arista exterior de la explanación o una distancia del borde de la plataforma, inferior a vez y media su altura.

La altura mínima de los conductores sobre la rasante de las vías de comunicación, ha de ser como mínimo de 8 m. Se adoptan 8,5 m.

En los cruzamientos con ríos y canales, la altura mínima de los conductores sobre la superficie del agua, en el punto de máxima cota que el nivel de ésta alcance, se cifra en 8,5 m.

En el cruce con líneas eléctricas y de telecomunicación se procura que éste se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada.

Se ha de tener en cuenta que las líneas como la afectada por el estudio han de pasar siempre más elevadas que las existentes. Dado que su tensión es la de la red de máxima tensión en la zona, la altura sobre las otras no será menor de 4,5 m.

En el caso en que el trazado de la línea corra paralelo al de otra línea ya existente, deberá respetarse una distancia mínima entre los ejes de dichos trazados tal que, al desviarse los conductores de una de las líneas por acción del viento de presión máxima y considerando la flecha máxima final en su correspondiente condición de transmisión de la potencia nominal

máxima, la separación entre dichos conductores y cualquier elemento de la otra línea sea mayor que 3,5 m.

Las normas a tener en cuenta en las zonas de paso de las líneas por masas de arbolado tienen como fin evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos con los conductores o por el salto del arco entre un conductor y la rama, lo que supone una de las causas más frecuentes de avería en las líneas de transporte de energía y en algunos casos el incendio de la masa forestal presente.

El crecimiento natural de los árboles provoca que la distancia entre éstos y los conductores se reduzca paulatinamente, llegando a un punto a partir del cual puede producirse un arco, que además de suponer la interrupción del servicio de la línea, puede provocar fuego en los primeros.

El contacto también puede producirse por el desprendimiento de una rama originado por el viento, la caída de un árbol, bien por efecto de vientos fuertes o por la mano del hombre, como cuando en la corta de arbolado se dé la posibilidad de que al apearse un cierto pie, éste, en su caída, entre en contacto con los conductores, lo que supone además un grave riesgo para los operarios que estén realizando las labores.

Por todo ello, se deben tomar en consideración las actuaciones necesarias para que la distancia entre los árboles y la línea sea, en todo momento, tal que no suponga riesgos para ninguno de ellos.

La medida a adoptar de forma general para una protección eficaz, consiste en la corta del arbolado que, a lo largo del período de explotación de la línea pueda interferir con la misma. Corta que a su vez servirá de protección para el resto de la masa de arbolado.

La zona de corta de arbolado deberá tener la anchura necesaria para que, considerando los conductores en su máxima desviación bajo la acción de un viento de 120 km/h y una temperatura de 15 °C, su separación a la masa de arbolado no sea inferior a 4,5 m.

Igualmente deberán ser cortados todos aquellos árboles que por inclinación o caída, puedan constituir un peligro para la conservación de la línea.

La determinación de la zona de arbolado que ha de cortarse, está en función de la distancia existente entre los conductores y las ramas de los árboles, que a su vez depende por un lado de la altura que hay entre los conductores y el suelo, que varía en terreno llano entre algo más de 20 m en el apoyo y un mínimo de 6,83 m en el centro del vano, y por otro de la especie o especies presentes, así como del crecimiento, actual y futuro, que los ejemplares posean en la zona.

Ambos condicionantes son fijos en cada punto, pero muy variables a lo largo de todo el trazado, por lo que para evitar una deforestación innecesaria y un perjuicio para los propietarios, no se debería prever una franja de corta permanente en toda la longitud del mismo, sino que sería deseable definirla en función de la situación existente en cada vano, por la que se marcará la banda de corta en el mismo, siempre, claro está, teniendo en cuenta la distancia definida por el Reglamento.

Igualmente, si el terreno es inclinado, la zona de influencia no será simétrica, debiendo desplazarse hacia la parte que alcanza mayor altura; la otra parte podría reducirse hasta alcanzar una separación de 3,03 m, con la vertical del conductor. En un barranco los conductores quedan muy por encima de las copas de los árboles, por lo que se puede adoptar una zona de corta de arbolado mínima.

3.4 DESCRIPCIÓN SUCINTA DE LAS OBRAS

Previamente a la construcción de la obra, el proceso que conlleva el diseño del proyecto se sucede en distintas fases en las que se redactan una serie de Estudios Previos en los que se analizan distintas alternativas técnica y económicamente viables. La consideración de las variables ambientales, naturales y socioeconómicas se inicia en estos momentos, con antelación a la elección del trazado definitivo, seleccionando un corredor entre las distintas alternativas.

El Proyecto se realiza, una vez aprobado el Anteproyecto, a partir del levantamiento topográfico de la línea, con el diseño y distribución de los apoyos. Al definir el trazado se incorporan, siempre que sea viable, criterios ambientales tales como elegir alineaciones alejadas de núcleos urbanos y de enclaves de interés ecológico, elegir las zonas de peor calidad agrícola para ubicar los apoyos, etc.

Durante las distintas fases que supone la construcción de la obra se adoptan medidas de carácter preventivo y de control. En el apartado correspondiente al Control durante las obras, se detallan algunas de estas medidas cautelares. En cada fase de trabajo pueden intervenir uno o varios equipos; sus componentes, así como el tipo de maquinaria que utilizan en el desarrollo de los trabajos, se reflejan en los apartados correspondientes.

La construcción de una línea eléctrica se diferencia de cualquier otro tipo de proyecto en que su ejecución se realiza mediante el desarrollo de una serie de actividades concatenadas que se han de acometer de forma secuencial, no pudiendo iniciarse una labor, en un cierto punto, hasta que no se ha finalizado la anterior, y que sin embargo pueden comenzarse en diversos puntos a la vez, de forma totalmente independiente.

A continuación se refieren de forma desglosada las más importantes de estas actividades.

- Obtención de los permisos de los propietarios o gestión de la servidumbre para la construcción de accesos, ubicación de los apoyos y el vuelo de los conductores
- Apertura de pistas de accesos a las bases de los apoyos
- Excavación y hormigonado de las cimentaciones
- Retirada de tierras y materiales de la obra civil
- Acopio del material de la torre
- Armado e izado de la torre
- Tala de arbolado
- Acopio de los conductores, cables de tierra y cadenas de aisladores
- Tendido de conductores y cables de tierra
- Regulado de la tensión y engrapado

- Eliminación de materiales y rehabilitación de daños

A continuación, se describe cada una de ellas de forma somera.

3.4.1 OBTENCIÓN DE PERMISOS

Aunque debido a la utilidad pública de este tipo de líneas, se puede realizar la expropiación forzosa de las ocupaciones precisas, es costumbre generalizada obtener la conformidad de los propietarios de forma amistosa, mejorando con ello la aceptación social del proyecto.

La primera de las actuaciones a acometer, la obtención de los permisos correspondientes a la ocupación de los terrenos y a los accesos es previa al comienzo de las obras previamente dichas, pero sin embargo marca el desarrollo de éstas, ya que en estos acuerdos se definen diversas tareas, que sin modificar esencialmente las operaciones de la obra pueden condicionarlas.

En el desarrollo de esta actividad, además de los acuerdos económicos necesarios para la constitución de las servidumbres, se pactan, de forma simultánea, otra serie de medidas muy diversas, entre las que, en general, destacan las referentes a corrección de daños y protección del entorno, por lo que tienen una importancia reseñable a la hora de evaluar la incidencia de la línea.

3.4.2 APERTURA DE ACCESOS

En el trazado de una línea eléctrica de alta tensión los apoyos han de tener acceso, tanto durante la fase de construcción como durante la de explotación, dada la necesidad de llegar a los emplazamientos de los mismos con determinados medios auxiliares, como camiones de materiales, la máquina de freno y otros.

Estos accesos constituyen las únicas obras auxiliares que se precisan para la construcción de una línea eléctrica, ya que no son necesarias otras actuaciones o instalaciones del tipo de las

que se precisan en otras infraestructuras lineales, como parques de maquinaria, plataformas de trabajo, canteras y vertederos, etc.

Para la ejecución de la red de caminos necesarios se aprovechan los accesos existentes (carreteras, caminos, senderos, trochas, etc.), mejorándolos en anchura, y firme, si ello fuera necesario, acondicionándolos al paso de la maquinaria que han de soportar.

En general, si se utilizan carreteras o caminos ya existentes, al final de la obra el contratista es el responsable de dejarlos en las condiciones que se encontraban con anterioridad a su uso; si se abren nuevos caminos, éstos deben permanecer para su uso posterior en las fases de operación y mantenimiento de la línea eléctrica.

Los accesos nuevos a construir, desde los existentes a los apoyos, se realizarán de forma que el costo económico y medioambiental sea mínimo. Esto motiva que no tengan que poseer unas características especiales, ya que exclusivamente han de servir para el paso de un número reducido de camiones durante la fase de construcción, los necesarios para acopiar los materiales y trasladar la maquinaria que ha de realizar la obra civil, el izado de las torres y el tendido de los cables, así como posteriormente los vehículos todo terreno, para las operaciones de vigilancia y mantenimiento que se realizan como media una vez al año.

Este uso mínimo es la razón por la que en su construcción no se asumen unos criterios de diseño basados en facilitar el tránsito, sino que más bien, y cumpliendo unos requerimientos técnicos mínimos que permitan el paso de los vehículos necesarios, se busca la viabilidad del trazado en función de los condicionantes del entorno y las sugerencias de los propietarios afectados.

Hecho que queda claro al estudiar sus características de diseño, definidas por una anchura de 3 a 4 m, suficiente para el paso de un camión, y las propiedades del firme, cuyo tratamiento es mínimo ya que está constituido por el propio terreno, compactado con el paso de la maquinaria, sin que ello suponga un deterioro grave del suelo, habida cuenta que en general no se utilizan tractores de orugas, sino máquinas con ruedas.

El trazado de los accesos se realiza mediante consenso con los propietarios afectados, ajustándose, a las necesidades y condiciones argumentadas por éstos, que en muchas ocasiones varían en función de la época del año en que se van a hacer los trabajos, los cultivos existentes, o simplemente el interés, por parte del propietario, sobre que el acceso circule por una cierta zona, mejorando la accesibilidad propia de la finca, extremo que siendo razonable se acepta.

Un aspecto de suma importancia es el hecho de que los accesos no sean incluidos, nada más que de forma genérica, en el Proyecto de la línea, debido a que en muchos casos resulta inviable tener una idea exacta del trazado de los mismos hasta el propio inicio de la obra en cada punto, dado que en esta decisión entran intereses, no evaluables apriorísticamente, que condicionan el trazado. En ocasiones se define en función de aspectos tales como la situación del suelo (que haga inviable el paso por zonas inundadas en ciertas épocas del año), las necesidades propias de la finca, la situación de los cultivos, cortas de arbolado en masas de explotación, etc.

3.4.3 TALA DE ÁRBOLES

Ya se han comentado los criterios tenidos en cuenta en el Proyecto en cuanto en la definición de la anchura de la calle o servidumbre y la altura de los árboles a deforestar en el epígrafe sobre cruzamientos de la línea con masas de arbolado.

La constitución de esta servidumbre es una de las actividades que tienen una mayor repercusión para el propietario a largo plazo, dado que por las características de la línea, ésta es compatible con los usos agrícolas y ganaderos, no imponiendo ningún limitante a estos aprovechamientos, por lo que los propietarios asumen con relativa facilidad la presencia de la línea una vez instalada.

Sin embargo, en las áreas forestales al tener que actuar sobre éstas de forma periódica, se provoca un reiterado trasiego de hombres y máquinas ajenos a la propiedad, lo que supone un

cierto desasosiego a los dueños y que se traduce en quejas e intentos de renegociación de la situación, olvidando el contrato inicial firmado. Situación que se da particularmente en las fincas enajenadas, en las que el nuevo propietario no actuó en la firma del contrato de constitución de la servidumbre.

La apertura de la calle se realiza en varias fases, según va siendo necesaria para el desarrollo de los sucesivos trabajos. Así, puede hablarse de una calle topográfica, abierta por los topógrafos para la realización de las alineaciones, que tiene un ancho mínimo para el desarrollo de estas labores; de una calle de tendido, abierta para la ejecución del tendido de la línea, que tiene de 4 a 6 m de anchura, y por último de la calle de seguridad, que se abre para la puesta en servicio de la línea y que viene reglamentada, en el que se define como distancia mínima que ha de existir entre los conductores y los árboles 4,5 m.

Los materiales procedentes de la tala son troceados y transportados fuera de la zona; en ocasiones, se queman los restos con el permiso de la propiedad y del organismo correspondiente, con la supervisión de equipos de bomberos si fuese necesario.

3.4.4 CIMENTACIONES

El tipo de cimentación generalizado es el de macizos de hormigón, reservando la utilización de emparrillados metálicos para aquellos casos en que la magnitud de los esfuerzos lo haga aconsejable.

La apertura de las cimentaciones se realiza por medios mecánicos y manuales, se podría exigir a los contratistas de las obras la no-utilización de explosivos, por su peligrosidad de manejo y los efectos negativos que conlleva para el medio reservándolos para casos muy excepcionales.

En general el hormigón o concreto en masa de los macizos o zapatas que constituyen las cimentaciones es suministrado por camiones hormigoneras, desde plantas permanentes, para asegurar con ello las características que ha de reunir.

3.4.5 RETIRADA DE TIERRAS Y MATERIALES DE LA OBRA CIVIL

Una vez finalizadas estas actividades, el lugar de obra debe quedar en condiciones similares a las existentes antes de comenzar los trabajos, en cuanto a orden y limpieza, retirando los materiales sobrantes de la obra.

Los residuos inertes procedentes de la excavación de cimentación, si no se utilizan para el propio relleno del hoyo, se suelen extender en la proximidad del apoyo, al suponer un volumen pequeño, adaptándolas lo más posible al terreno; si esto no es posible, tienen que ser trasladados, generalmente en camiones, fuera de la zona de actuación. Mientras esperan a ser trasladados se acumularán en forma selectiva asegurándose que los suelos orgánicos puedan ser utilizados en sitios a restaurar o en sitios aledaños a depresiones.

3.4.6 ACOPIO DE MATERIALES DE LA TORRE

En una zona destinada para ello se almacenan los materiales. Desde esta zona de acopio o campa (zona carente de arbolado) se trasladarán los materiales necesarios hasta los puntos donde se localizan los apoyos, para proceder a su montaje.

Para realizar este transporte, los paquetes con los materiales se encuentran debidamente numerados y clasificados. En cuanto a las piezas de la torre, igualmente, se indica el apoyo al que corresponden. Al fabricante se le puede indicar el peso máximo de los paquetes, así como la forma de clasificación de las piezas.

Una vez que el material necesario está acopiado en la proximidad del apoyo, se procede al armado e izado del mismo.

3.4.7 MONTAJE E IZADO DE CUERPO

Los apoyos, como ya se ha mencionado, están compuestos por unas estructuras en celosía de acero galvanizado, construidas con perfiles angulares laminados, que se unen entre sí por

medio de tornillos, por lo que su montaje presenta una cierta facilidad, actuándose como con un mecano, dado que no es necesaria ningún tipo de maquinaria específica.

Según esté configurado el terreno en el que se ubica el apoyo, el montaje e izado del mismo se puede realizar de dos formas. La más frecuente consiste en el montaje previo de la torre en el suelo y su posterior izado mediante grúas-plumas pesadas. El otro método se basa en el izado de las piezas una a una y su montaje sobre la propia torre mediante un artilugio denominado pluma.

- En el primer caso se necesita una explanada (de la que a menudo no se dispone) limpia de arbolado y matorral alrededor del apoyo, utilizada para el desenvolvimiento de grúas, camiones y hormigoneras.
- Si el armado se ejecuta en el suelo, se disponen una serie de calces en los que se apoya la torre, quedando totalmente horizontal y sin tocar el terreno, con su base en la zona de anclaje, para que el apoyo quede colocado en este punto en el momento de ser izado.
- El segundo método de montaje es manual y se realiza para aquellos apoyos ubicados en zonas de difícil acceso a la maquinaria pesada o donde existen cultivos o arbolado que interese conservar, ya que evita la apertura de esa campa libre de vegetación, minimizando los daños.
- Una vez que la pluma está izada con la ayuda de una pluma auxiliar y debidamente sujeta con los correspondientes vientos de sujeción y seguridad, se inicia el armado e izado de la torre.
- La pluma permite el ensamblaje de los perfiles de una forma progresiva, iniciando el trabajo por la base, e izando el apoyo por niveles. Para ello se eleva cada pieza o conjunto de éstas mediante la pluma, que a su vez se mantiene apoyada en la parte ya construida y con su extremo superior sujeto mediante los vientos.

- La aplicación de este método es muy usual, dado que también es el indicado en aquellas zonas en las que la topografía y los accesos condicionan la entrada de la maquinaria pesada utilizada en el primer método, lo que hace que éste, en general, se restrinja a zonas llanas y de cultivos herbáceos.

El acopio de materiales y el izado de apoyos, puede realizarse mediante helicóptero en zonas de una especial dificultad orográfica, labor que si bien implica un sobre costo apreciable, puede suponer una reducción del impacto sobre el sustrato y la vegetación.

3.4.8 ACOPIO DE MATERIALES PARA EL TENDIDO

Los materiales y maquinaria necesarios para el desarrollo de los trabajos correspondientes al tendido de cables se acopian en la proximidad de los apoyos.

Para cada una de las series que componen una alineación, se colocarán la máquina de freno y las bobinas junto al primer apoyo de la misma, situándose la máquina de tiro en el último apoyo. La longitud de una serie es de unos 3 km, empezando y acabando en un apoyo de amarre.

3.4.9 TENDIDO DE CABLES

La fase de tendido comienza cuando los apoyos están convenientemente izados y se han acopiado los materiales necesarios para su ejecución. También es el momento en el que se suele realizar la apertura de una calle con la tala de arbolado, para facilitar las labores de tendido.

Se realiza mediante una máquina freno que va desenrollando los cables de la bobina, a la vez que otro equipo va tirando de ellos pasándolos, por unas poleas ubicadas al efecto en los extremos de las crucetas de los apoyos, mediante un cable guía arrastrado mediante un vehículo todo terreno.

En el caso de no poderse utilizar éste método, el tendido se puede realizar a mano, es decir, trasladando el cable guía de un apoyo a otro arrastrado por un equipo de hombres ayudado o no por caballerías.

Este método se utilizará en las zonas en las que lo abrupto del terreno, o el valor de la vegetación presente, lo aconsejen.

En todos los casos, una vez izado el cable guía en el apoyo, o en su lugar una cuerda que sirva para tirar de éste, el tendido se realiza en su totalidad por el aire, evitando en todo momento el contacto de los conductores con el suelo o las copas de los árboles, para evitar que se deterioren.

En esta fase de las obras se utilizan los accesos y explanadas de trabajo abiertos en las fases anteriores.

3.4.10 TENSADO Y REGULADO DE CABLES. ENGRAPADO

Para el tensado, se tira de los cables por medio de cabrestantes y se utiliza la máquina de freno para mantener el cable a la tensión mecánica necesaria para que se salven los obstáculos del terreno sin sufrir deterioros.

Mediante dinamómetros se mide la tracción de los cables en los extremos de la serie, entre el cabrestante o máquina de tiro y la máquina de freno. Posteriormente se colocan las cadenas de aisladores de amarre y de suspensión.

El tensado de los cables se realiza poniendo en su flecha aproximada los cables de la serie, amarrando éstos en uno de sus extremos por medio de las cadenas de aisladores correspondientes. Las torres de amarre y sus crucetas son venteadas en sentido longitudinal.

El regulado se realiza por series (tramos entre apoyos de amarre) y se miden las flechas con aparatos topográficos de precisión.

Los conductores se colocan en las cadenas de suspensión mediante los trabajos de engrapado, con estobos de cuerda o acero forrado para evitar daños a los conductores. Cuando la serie tiene engrapadas las cadenas de suspensión, se procede a engrapar las cadenas de amarre.

Finalmente se completan los trabajos con la colocación de separadores, antivibradores, contrapesos, ahuyentadores de aves, esferas de señalización y se cierran los puentes de la línea.

3.4.11 ELIMINACIÓN DE MATERIALES Y REHABILITACIÓN DE DAÑOS

Una vez finalizadas las diferentes fases de trabajo se dejará la zona en condiciones adecuadas, retirando los materiales sobrantes de la obra.

Las tierras procedentes de la excavación de cimentación, al suponer un volumen pequeño, se suelen extender en la proximidad del apoyo, adaptándolas lo más posible al terreno; si esto no es posible, tienen que ser trasladadas, generalmente en camiones, fuera de la zona de actuación.

Las cajas, embalajes, desechos, etc., deberán ser recogidas y gestionadas en vertederos autorizados.

El hormigón desechado que no cumpla las normas de calidad debe ser eliminado en lugares aptos para el vaciado de escombros, no impactantes al entorno, o vertedero, o bien ser extendido en los caminos para mejorar su firme, siempre y cuando existiera con antelación un tratamiento superficial de los mismos o si se acuerde así con el propietario, y con el visto bueno de las autoridades competentes.

3.5 INSTALACIONES AUXILIARES

En este tipo de obras no son precisas las instalaciones auxiliares propiamente dichas, dado que no se necesitan plantas de tratamiento o de otro tipo, ni canteras o vertederos abiertos para la propia obra. Tampoco se precisa parque de maquinaria, al ser el volumen preciso de ésta muy reducido y de carácter ligero. El aprovisionamiento de materiales se realiza en almacenes alquilados al efecto en los pueblos próximos hasta su traslado a su ubicación definitiva, no siendo precisos almacenes a pie de obra o campas al efecto.

Por otro lado, las características de este tipo de instalación motivan que los equipos de trabajo se hallen en un movimiento prácticamente continuo a lo largo del trazado.

Las únicas actividades que tienen un cierto carácter provisional son las campas abiertas en el entorno de los apoyos, algunos ramales de los accesos, o los daños provocados sobre los cultivos, todos ellos subsanables mediante los acuerdos con los propietarios o la aplicación de medidas correctoras.

Respecto a otros elementos de la línea que podrían considerarse auxiliares como son los accesos, cabe decir que carecen de este carácter al ser su cometido permanente.

3.6 MAQUINARIA Y MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN

3.6.1 MAQUINARIA UTILIZADA

A continuación se describe el parque de maquinaria normal utilizado habitualmente en este tipo de obras. Los datos que siguen se refieren a un tramo de 100 km y con el número de apoyos aproximado que éstos necesitan.

- Accesos: 2 buldozers y/o retroexcavadoras, así como varios camiones y vehículos "Todo terreno" para transporte de personal y equipo y descarga de material de desmonte.

- Tala de árboles: 2 tractores o camiones con cabrestante y otro con pluma para carga y transporte de la madera.
- Cimentaciones: 5 camiones, 5 hormigoneras de 30-35 Tm y 12 vehículos todo terreno.
- Montaje e izado de apoyos: 4 ó 5 camiones trailers, igual número de camiones normales, 2 grúas-pluma pesadas y 12 vehículos "todo terreno".
- Tendido de cables: dos equipos de tipo (freno, cabrestante de tiro, etc.), dos o tres camiones-trailer, seis camiones normales y doce vehículos "todo terreno".

3.6.2 MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN

Todos los materiales utilizados en las obras habrán de acopiarse en la zona. Desde el punto de vista ambiental interesa conocer la procedencia de los áridos para el hormigón. En este tipo de Proyecto no será necesaria la creación de canteras en las inmediaciones de la zona, pues el hormigón o concreto debería proceder de plantas fijas existentes, las cuales obtienen los áridos de graveras en explotación, debidamente legalizados.

Por otra parte al contratista no se le exige ni impone la procedencia del hormigón, pudiendo obtenerlo de plantas fijas existentes o, si fuera necesario, crear plantas móviles, próximas a carreteras de la zona. La única exigencia al contratista en este sentido es que el máximo tiempo que puede transcurrir entre carga y descarga del hormigón por la hormigonera sea de 2 horas, si no se ha añadido aditivo.

Otra exigencia de gran importancia impuesta al contratista es la no utilización de explosivos, salvo en casos muy excepcionales, ni en la apertura de cimentaciones ni en otra actividad. Evitando así los impactos que ello conlleva.

3.7 MANO DE OBRA

El equipo aproximado de personal empleado en este tipo de obras, consta de personal fijo del contratista y personal local eventual, el cual provendrá de los pueblos de la zona por donde

discurre el trazado y que puede suponer hasta un 50 ó 70% del peonaje necesario en la obra civil.

El personal de la contrata es el que soporta el aspecto técnico del desarrollo de los trabajos. Suele ser minoritario por el mayor costo que suponen las bonificaciones por traslado a la zona desde su lugar de origen, por lo que suele pertenecer a categorías de profesionales cualificadas.

El personal local empleado, sin embargo, suele ser eventual, correspondiendo al peonaje de categoría inferior a Oficial de 3^a. Para los trabajos de tala del arbolado, lo ideal es dar preferencia de adjudicación a las Alcaldías o Ayuntamientos implicados en las obras, los cuales, si disponen de medios, personal - personas desempleadas - y experiencia se puede encargar de realizarlos; en caso contrario lo adjudica por contrata.

La estimación se ha realizado según los componentes de los equipos que, generalmente, intervienen en el desarrollo de los trabajos de la instalación de una línea eléctrica de características similares a la del Proyecto SIEPAC, para una longitud de unos 100 km.

Accesos: en los trabajos de obra civil pueden intervenir simultáneamente varios equipos; pueden estar trabajando 3 ó 4 equipos al mismo tiempo en distintas zonas. Cada equipo estaría formado por 1 maquinista y 3 personas.

Excavación y hormigonado: si se realiza de forma manual el equipo está constituido por 1 capataz y 4 peones. Si los trabajos se efectúan de modo mecánico, utilizando una retroexcavadora, el equipo estaría formado por 1 maquinista y 2 peones.

Puestas a tierra: el equipo para la realización de las puestas a tierra estaría formado por 2 personas.

Acopio de material para armado de la torre y material de tendido: equipo formado por 1 camión y 2 ó 3 personas o 1 piloto de helicóptero y 2 personas.

Armado e izado de apoyos: pueden encontrarse unos 3 equipos armando distintas torres, cada equipo estaría formado por 8 personas.

Tala de arbolado: en estos trabajos puede intervenir un equipo formado por unas 10 personas.

Tendido: el tendido se realiza por series. El equipo de tendido puede estar constituido por 25 ó 30 personas, trabajando con 2 camiones grúa.

Eliminación de materiales y rehabilitación de daños: los equipos que intervienen en cada fase de trabajo son los encargados de dejar el área afectada por las labores y maniobras de trabajo de tal forma que quede en condiciones similares a la situación inicial, por lo que el número de personas depende de los distintos equipos de trabajo.

3.8 CRUZAMIENTOS Y SERVIDUMBRES GENERADAS (DERECHOS DE VÍA)

Si bien ya se ha hablado indirectamente de las servidumbres que se crean al construir una línea, en este epígrafe se analizan independientemente, por la importancia que tiene la constitución de las mismas, por la nueva situación que se crea.

El paso de una línea eléctrica por un terreno determinado implica tres tipos de afecciones sobre el mismo:

- Servidumbre de vuelo o paso de la línea por el terreno
- Emplazamiento de los apoyos, con la pérdida del uso del terreno correspondiente
- Construcción de accesos nuevos con la pérdida del terreno correspondiente

Es norma general, regulada en todos los países proceder, en este tipo de obras, a la obtención de los permisos de los propietarios, cuyas fincas son afectadas por el paso de la línea eléctrica, antes de que dé comienzo la construcción de la misma.

De la obtención de los permisos se encarga la empresa propietaria de la línea, que lo realiza directamente, o bien mediante contrato con empresas especializadas en este tipo de trabajo.

El reglamento de líneas aéreas de alta tensión, regula y establece las servidumbres debidas a la instalación de una línea de alta tensión y que son:

- En bosques, árboles y masas de arbolado. Para evitar las interrupciones del servicio provocadas por las protecciones de la línea al producirse un contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea eléctrica, deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de corta de arbolado a ambos lados de la línea eléctrica, cuya anchura será la necesaria para que, considerando los conductores en su posición de máxima desviación bajo la acción de la hipótesis de viento a) del apartado 3, del art. 25, su separación de la masa de arbolado en su situación normal no sea inferior a: $A: 1,5 + U/150$ m con un mínimo de 2 m. Para nuestro caso, la distancia será de 3,83 m ($U = 230$ kV).
- Igualmente deberán ser cortados todos aquellos árboles que constituyen un peligro para la conservación de la línea entendiéndose como tales los que por inclinación, o caída fortuita o provocada, puedan alcanzar los conductores en su caída normal.
- Edificios, construcciones y zonas urbanas. Se evitará en lo posible el tendido de líneas eléctricas aéreas de alta tensión sobre edificios, construcciones y zonas urbanas.

Sin embargo, a petición del titular de la instalación, cuando las circunstancias técnicas o económicas lo aconsejen, podrá autorizarse por el órgano competente de la administración el tendido aéreo de dichas líneas en las zonas antes indicadas, de acuerdo con la legislación particular referente a este tema que exista en el país.

En general queda autorizado el tendido aéreo de líneas eléctricas de alta tensión en zonas y polígonos industriales, así como en los terrenos del suelo urbano no comprendidos dentro del casco de la población en municipios que carezcan del Plan de Ordenación.

Las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables, entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios y construcciones que se encuentren bajo ella, serán las siguientes:

- Sobre puntos accesibles a las personas: $3,3 + U/100$ m, con un mínimo de 5 m, en el caso en estudio 5,6 m.
- Sobre puntos no accesibles a las personas: $3,3 + U/100$ m, con un mínimo de 4 m, en el caso del Proyecto SIEPAC 5,6 m.

Se procurará asimismo en las condiciones más desfavorables, el mantener las anteriores distancias, en proyección horizontal, entre los conductores de la línea y los edificios y construcciones inmediatas.

En lugares perfectamente visibles de los edificios o construcciones cercanos a la línea, y principalmente en las proximidades de las bocas de agua para incendios, se fijarán las placas informativas, que indiquen la necesidad de avisar a la empresa suministradora de energía eléctrica para que, en caso de incendio, suspenda el servicio de la línea afectada antes de emplear agua para la extinción del fuego.

Se entenderá que la servidumbre ha sido respetada cuando la cerca, plantación o edificación construidas por el propietario no afectan al contenido de la servidumbre y a la seguridad de la instalación, personas y bienes.

En todo caso, y tal como se refleja en el Reglamento, incluido en el anexo correspondiente queda prohibida la plantación de árboles y la construcción de edificios e instalaciones industriales en la proyección y proximidades de la línea eléctrica a menor distancia de la establecida reglamentariamente.

Si una vez declarada la línea de Utilidad Pública no se hubiera llegado a un acuerdo amistoso con la propiedad, se puede dar el caso de que se proceda a la expropiación de los terrenos afectados, con el fin de conseguir la mencionada servidumbre de paso.

3.9 CONTROL DURANTE LAS OBRAS

Durante las obras, se establecen una serie de controles y métodos de trabajo en cuanto a las distintas fases de la obra, así como un control general y una serie de medidas de seguridad.

Todo ello se refleja en el conjunto de especificaciones técnicas y pliegos de condiciones que tiene que cumplir la empresa adjudicataria de los trabajos, es decir, el contratista.

El contratista debe ser (o será) responsable, entre otras, de las siguientes cuestiones relacionadas con el impacto ambiental que puede ocasionar la construcción de la obra:

Orden, limpieza y limitación del uso del suelo de las obras objeto del contrato.

Adopción de las medidas que le sean señaladas por las autoridades competentes y por la representación de la compañía para causar los mínimos daños y el menor impacto en:

- Caminos, acequias, canales de riego y, en general, todas las obras civiles que cruce la línea o que sea necesario cruzar y/o utilizar para acceder a las obras.
- Plantaciones agrícolas, pastizales y cualquier masa arbórea o arbustiva. El contratista deberá tomar todas las precauciones para evitar daños a los cultivos y deberá asegurarse de que el trabajo esté debidamente supervisado con el objeto de que los daños se reduzcan al mínimo.
- Donde se coloque una cimentación sobre un seto, rampa o pared, el costo de demolición y reconstrucción de tales obstáculos para ampliar el cimiento y su construcción, será costado por el contratista. El contratista también será responsable de todos los daños causados a terrenos, propiedades, caminos, desagües de plantaciones, cerros, paredes,

árboles, setos, cultivos, portones y afines que sean dañados o interrumpidos durante la ejecución de los trabajos y deberá remover todo el material sobrante después del levantamiento.

- Los responsables de la compañía negociarán los daños y perjuicios resultantes de la servidumbre de paso y el contratista será responsable ante la compañía de tales daños y perjuicios, a menos que se certifique por escrito que el daño es inevitable.
- Las diligencias necesarias para la retirada de obstáculos, tales como tuberías, o para cambiar líneas de telecomunicaciones y electroductos que deben ser desviados, serán hechos por la contraparte eléctrica guatemalteca a requerimiento del contratista con el debido aviso anticipado de que está listo para comenzar los trabajos en el área afectada.
- Formaciones geológicas, monumentos, yacimientos, reservas naturales, etc.
- Cerramiento de propiedades, ya sean naturales o de obra, manteniéndolas en todo momento según las instrucciones del propietario.
- Obligación de causar los mínimos daños sobre las propiedades.
- Prohibición del uso de explosivos, salvo en casos muy excepcionales.
- Prohibición de verter aceites y grasas al suelo, debiendo recogerse y trasladar a vertedero o hacer el cambio de aceite de la maquinaria en taller.
- Demarcar con cintas de seguridad los sitios de torre, para evitar accidentes de curiosos.

El contratista deberá hacer las provisiones adecuadas para prevenir la dispersión o daños del ganado durante la ejecución del trabajo hasta la restauración permanente de cercas, paredes, setos, portones y cercar los huecos que se realicen para cada pata de la torre hasta que los mismos hayan sido completados. El contratista no estará libre de responsabilidad por pérdida o daño del ganado, debido a la falta de cumplimiento de las exigencias mencionadas.

Seguidamente, se han extractado algunos puntos referentes al control de las obras recogidos en diversas especificaciones técnicas y pliegos de condiciones que tratan las distintas fases de

trabajo, transcribiendo algunos de ellos y resumiendo otros. Esta recopilación se ha realizado en relación con el control de las fases constructivas que implican de alguna forma posibles efectos en el entorno, es decir, recopilando la información sobre el control de las obras desde la perspectiva ambiental.

3.9.1 REPLANTEO

El personal técnico determinará el marcado de los ejes del apoyo y la verificación exacta de los anclajes del apoyo mediante el clavado de estaquillas. De esta forma, se marcarán los ejes necesarios para la exacta ejecución de los trabajos en lo que se refiere a excavación, presentación de anclajes y hormigonado.

Las faltas de estaquillado serán informadas al menos con 15 días de antelación, para que la reposición de las mismas no entorpezca el ritmo normal de los trabajos.

Si existiesen anomalías, serán comunicadas a la compañía con la máxima urgencia.

3.9.2 PISTAS DE ACCESO

Las pistas de acceso serán acordadas por los representantes de la compañía, del contratista y de los encargados de la gestión de permisos. Se hará un croquis firmado por los citados.

Al realizar la ejecución de la pista de acceso (para camión de 38 Tm) a los apoyos de la línea, se debe señalar con pintura spray de forma visible en la calzada el número de apoyos a los que se accede.

Las pistas o caminos se realizarán de tal forma que no se produzcan alteraciones destacables o permanentes sobre el terreno, por lo que se utilizarán preferentemente los caminos existentes, aunque en algunos casos sus características no sean las más adecuadas.

Se prohíbe alterar las escorrentías naturales de aguas, así como realizar desmontes o terraplenes desprovistos de una mínima capa de tierra vegetal. Se canalizarán adecuadamente las aguas si lo requiere el terreno.

El contratista deberá llevar a cabo a lo largo de todos los caminos de acceso y de la ruta, para asegurar la continuidad de acceso por el EPR para el mantenimiento y vigilancia durante el invierno o en época de lluvia, los trabajos siguientes:

- Drenajes locales en los puntos bajos del área, construcción de alcantarillas adecuadas y puentes pequeños donde la línea o caminos de acceso cruzan quebradas, barrancos, etc. y la construcción de veredas con troncos o rellenos en ciénagas o áreas pantanosas.
- En el caso de que se requieran trabajos de construcción, alrededor, dentro, sobre, a través de canales, el contratista deberá mantener el paso de la corriente que exista en canales de riego y cursos de las aguas, durante todo el período de construcción, por medio de canales de desviación, tubería de paso, caja, diques, localización permanente u otros trabajos y estructuras requeridas a tal propósito.
- La secuencia de construcción y procedimiento para la hechura, mantenimiento y operación de desviaciones y otros trabajos para el propósito de mantener las corrientes de agua, deberán estar en estricto acuerdo con los planos que forman parte del Contrato y como lo indique la compañía propietaria.

El contratista debe cumplir los siguientes requisitos si es necesario atravesar fincas de cultivo, prado, pinares, etc.:

- Señalizar por medio de cintas el acceso a cada apoyo, para que todos los vehículos realicen la entrada y salida por un mismo lugar y utilizando una sola rodadura.
- La servidumbre a ocupar al realizar los trabajos se señalará por medio de cintas alrededor de cada apoyo, no sobrepasando en 12 m el lado del cuadrado que se forme respecto al que tenga la base del apoyo.

- Causar los mínimos daños a la propiedad, ajustándose en todo momento, y siempre que técnicamente sea posible, al trazado que indique el propietario de la parcela.
- Mantener cerradas en todo momento las propiedades atravesadas para acceso a los apoyos, a fin de evitar la entrada y salida de ganado.

El responsable de la compañía en la obra debe fijar los casos concretos, en los que por existir dificultades para abrir pistas, sea necesario realizar el acopio con pequeños vehículos tipo "dumper", caballería, helicóptero, etc., o bien sea necesario aplicar métodos constructivos especiales.

3.9.3 EXCAVACIÓN Y HORMIGONADO

Al realizar la excavación, la profundidad del hoyo será la indicada en los planos, es decir, la medición teórica.

Las excavaciones se realizarán con el celo y cuidado necesario para evitar que se generen daños innecesarios en el terreno circundante.

Después de realizar la excavación se colocará el anillo de puesta a tierra. Las excavaciones deben ser protegidas para evitar accidentes tanto de personas como de animales.

Cuando el relleno se realiza con los propios materiales extraídos de la excavación, el acopio de las tierras en las fundaciones deberá colocarse cuidadosamente, usando los mejores materiales de excavación presentes cerca de las bases.

El relleno deberá compactarse en capas de 25 cm o de la manera aprobada por la compañía propietaria de la línea.

Cuando el material sea tan húmedo que en opinión de los responsables de la compañía eléctrica no sea adecuado para rellenos, el contratista deberá extender y orear el material hasta

obtener la humedad apropiada, al tiempo que se ha de usar. El grado de compactación para el relleno deberá ser de densidad equivalente a la tierra adyacente no perturbada.

No deberán usarse en el relleno piedras grandes, raíces o cualquier material indeseable.

Si la compañía considera que el material excavado es inadecuado se usará suelo seleccionado, este material será suministrado por el contratista obteniéndolo localmente. Será colocado y compactado en capas de 25 cm de modo que se ligue y compacte alrededor de los cimientos para formar un cono denso de tierra que aumente la resistencia. La fuente de este material deberá ser aprobada por la compañía o su representante.

En general, la tierra natural del emplazamiento de cada torre, deberá perturbarse lo menos posible durante la construcción. En todo caso, la superficie del suelo del emplazamiento de cada torre deberá quedar con la pendiente precisa para drenar el agua de las patas de la torre y dejada con el aspecto más natural posible.

En condiciones especiales, especialmente en laderas de montaña, la compañía podrá autorizar la colocación de piedras sueltas, para proteger las cimentaciones de la torre o darle resistencia adicional. El material deberá ser de roca sólida y durable o de trozos de concreto sin varillas de refuerzo, que tengan un peso aproximado de 100 Kg cada uno y de un diámetro o espesor de 20 cm como mínimo.

El sobrante de la excavación se tratará de adaptar al terreno y, si no es posible, se retirará de forma total o parcial.

La ejecución del hormigonado no deberá exceder a la excavación en más de 10 días naturales para evitar que la meteorización provoque el derrumbamiento de las paredes de los hoyos.

El hormigón utilizado, así como su fabricación, ya sea "in situ" o proceda de planta, debe cumplir las características recogidas en la "Especificación Técnica para ejecución de Cimentaciones de Torres Metálicas de Líneas Eléctricas".

Para la colocación de los anclajes se utilizarán los instrumentos apropiados para la correcta ejecución del trabajo y se seguirán los datos sobre errores máximos admisibles recogidos en la Especificación Técnica antes citada.

El hormigonado del anclaje se efectuará vertiendo el hormigón en masa directamente en la excavación, rematándose con una bancada según los planos correspondientes.

Si el anclaje es en roca con pernos, la parte superior se rematará con hormigón en masa. Entre la perforación y el hormigonado del taladro no deberán pasar más de 2 días, durante los cuales la boca de los agujeros deberá permanecer tapada para evitar la meteorización del terreno.

Se llevará un parte individualizado de cada perforación, recogiendo datos sobre los tipos de detritus, velocidad de perforación, etc.

Las labores de hormigonado se realizarán con luz diurna (desde una hora después de la salida del sol hasta una hora antes de la puesta).

El tiempo entre la adición del agua al cemento y su descarga total nunca será superior a una hora y media. La masa que sobrepase este tiempo deberá ser rechazada.

Se realizará el control de calidad mediante análisis al comienzo de la obra y cada 3 meses, entregándose los certificados de los ensayos a la compañía.

Al realizar los controles de consistencia del hormigón, si no se cumplen los valores adecuados, la hormigonera móvil no podrá suministrar hormigón durante ese día y se rechazará la amasada completa. Se realizarán los controles en todas las amasadas que se suministren.

Tanto el terreno del apoyo como los colindantes, deberán quedar libres de cualquier elemento extraño.

El adjudicatario cumplirá y hará cumplir a sus trabajadores las normas de seguridad aplicables.

La compañía propietaria de la línea actuará con todo rigor cuando se produzcan actuaciones que provoquen alteraciones en la flora, fauna y, en general, en el medio en que se trabaje, llegando si es preciso a la paralización de los trabajos.

3.9.4 PUESTAS A TIERRA

La ejecución de tomas de tierra de los apoyos metálicos se realiza según una serie de especificaciones técnicas en las que se distinguen diferentes zonas en que pueden quedar ubicados los apoyos. Estas zonas se clasifican y definen según su grado de frecuentación:

- Zonas de pública concurrencia
- Zonas frecuentadas
- Zonas agrícolas no frecuentadas
- Zonas no frecuentadas

El tipo de toma de tierra de un apoyo viene determinado por la zona en que el apoyo está situado y por el tipo de cimentación y anclaje del apoyo (profundidad de la roca). Se ejecutan para cada zanca del apoyo. En general, y sobre todo para las zonas frecuentadas, la resistencia debe resultar inferior a 10 ohmios.

No se extenderán las antenas en las mejoras de las puestas a tierra hacia lugares como caminos, viviendas, zonas frecuentadas, cercados metálicos o tuberías metálicas que se encuentren próximas a los apoyos. En las mejoras de tierra, los enlaces entre las varillas se realizarán de forma que se produzca un buen contacto entre las mismas (soldadura).

La medición de la resistencia de difusión de la toma de tierra se realizará después de que las zanjas hayan sido rellenadas y compactadas, dejando al descubierto, únicamente, las puntas de arranque de las posibles ampliaciones que se recomiendan cuando la resistencia no es suficientemente baja.

Previamente al hormigonado, los anillos o varillas de la puesta a tierra se situarán en un pequeño surco y se tapanán con tierra de labor (de baja resistividad); de esta forma se evitará que las varillas puedan quedar embebidas en el hormigón.

Las varillas instaladas y conexas serán inspeccionadas por el vigilante de la compañía.

3.9.5 TALAS Y PODAS

Para proceder a la tala de arbolado, se debe tener el permiso escrito de la propiedad y, en su caso, de los organismos competentes como el Instituto Nacional de Bosques (INAB). Igualmente, si se realizan tareas de quemado, se deben obtener los permisos de la propiedad y del organismo competente.

En las tareas de poda y talado, además de cumplirse todas las normas de seguridad en relación con los operarios, deben controlarse, entre otras, las siguientes cuestiones:

- Siempre que ramas y árboles estén dentro de la zona de una línea eléctrica, o pudieran entrar en ella en su caída, habrá que proceder al descargo de la línea.
- Cuando se trabaje junto a una vía de comunicación, se recabará de la propiedad los permisos oportunos y se señalizará como si de un cruzamiento se tratara.
- En el talado de arbolado, los componentes de la brigada deben de saber el procedimiento a seguir y estar perfectamente sincronizados.
- En caso de ser tumbados los árboles talados serán guiados con cuerdas cuando en su caída puedan ocasionar lesiones a las personas o daños en la propiedad. Si la dirección de caída del árbol a talar no coincide con la elegida, se forzará ésta mediante las cuerdas y la entalladura para direccionar.
- No se efectuarán tareas de talado con vientos fuertes.

En principio la calle o servidumbre de la línea deberá quedar libre de árboles y arbustos hasta 15 m a ambos lados del eje central. Los árboles cortados y amontonados no deberán elevarse a más de 1,0 m sobre el nivel del suelo.

El área dentro un radio de 5 m del centro de la torre deberá quedar completamente destocada. Además los árboles que estén fuera de la faja de limpieza y que al caer puedan dañar la línea, deberán ser derribados por el contratista. Después de haber obtenido el correspondiente permiso estipulado para la limpieza deberá incluir el derribo de tales árboles adicionales.

El contratista deberá limpiar fajas de 3 m de ancho partiendo de calles y carreteras públicas, que servirán como camino de acceso para el mantenimiento futuro de la línea. Estas fajas deberán quedar libres de árboles, troncos y vegetación.

3.9.6 ARMADO E IZADO DE LA TORRE

Las condiciones que han de cumplirse en los trabajos de transporte, acopio, armado e izado de los apoyos metálicos son las que se detallan a continuación:

- Los caminos de acceso a los lugares de emplazamiento de los apoyos serán los mismos que se utilizaron para la ejecución de las cimentaciones.
- El adjudicatario entregará a la compañía una relación de herramientas y maquinaria revisadas, la relación del personal técnico que intervendrá en la obra durante todo el tiempo que dure la misma, un programa detallado de ejecución de los trabajos y los partes y certificaciones con la periodicidad requerida.
- Los trabajos de izado no podrán comenzar antes de haber transcurrido 7 días desde la finalización del hormigonado.
- Los daños ocasionados a terceros serán responsabilidad del adjudicatario.

- El adjudicatario será responsable de los materiales que reciba y establecerá uno o varios almacenes en obra, en las proximidades de la línea, debiendo comunicar a la compañía su emplazamiento al comienzo de la obra. En estos almacenes deberá mantener, en las debidas condiciones, el material entregado para la construcción de la línea. El material sobrante será ordenado, embalado y clasificado por el adjudicatario y será por su cuenta la carga, transporte y descarga hasta los almacenes de la compañía.
- Para los trabajos de armado e izado de los apoyos se utilizarán las herramientas y maquinaria adecuada, y en perfectas condiciones de uso.
- Se comprobará el estado de las plumas cada vez que vayan a usarse. Una vez izada se venteará según el esfuerzo a que vaya a ser sometida. En los vientos se intercalarán trácteles para su regulación.
- No se utilizarán grúas para el izado en las proximidades de elementos energizados, salvo autorización expresa de la compañía.
- Las grúas deberán disponer de dispositivos de seguridad que incluyan, como mínimo, el limitador de carga.
- El material, y especialmente el material galvanizado, deberá manipularse con sumo cuidado; no se permitirá el uso de cadenas o estrobos mecánicos.
- En el apilado se utilizarán calces para evitar que el material esté en contacto con el terreno. Los paneles de los apoyos se acopiarán a obra con antelación suficiente y en consonancia con el ritmo de izado, evitando que permanezcan en el campo excesivo tiempo sin ser utilizados.
- Durante el armado de los apoyos, si se detecta cualquier defecto en el material antes o durante los trabajos de armado, se comunicará a la compañía dueña de la red y a la casa proveedora.
- Se prohíbe expresamente la colocación de tornillos a golpe de martillo; en ningún caso se han de agrandar los taladros de las piezas.

- Cuando el apoyo se monte en el suelo, se hará sobre terreno sensiblemente horizontal y perfectamente nivelado con calces de madera. Los tornillos no se aprietan totalmente hasta izar el apoyo. Se procurará hacer el montaje de los apoyos siguiendo un orden correlativo para dar continuidad a la fase de tendido.
- El adjudicatario utilizará para el izado el procedimiento que estime más conveniente, dentro de los habitualmente utilizados.
- Una vez izado el apoyo y conseguida una verticalidad se procederá al apriete final de los tornillos.
- Si el izado se realiza con grúa, se izará el apoyo suspendiéndolo de los puntos señalados en los planos, o estrobando por las zonas propuestas por el adjudicatario y aprobadas por la compañía, forrando convenientemente los estrobos para evitar daños.
- Después del izado de la torre, se deberá pintar el acero hasta una altura de 30 cm de la superficie del hormigón, juntamente con esta superficie, con una capa de pintura bituminosa.
- Las torres con cimentaciones metálicas serán tratadas con 2 manos de pintura bituminosa hasta una altura de 50 cm de la superficie del terreno, juntamente con la pintura de la cimentación metálica.
- Después del izado, cada torre deberá ser cuidadosamente inspeccionada con vista a revisar la condición de las superficies de los montantes y la seguridad de todos los ensamblajes.

3.9.7 TENDIDO DE CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA

En la especificación técnica correspondiente se recogen las condiciones que deben cumplirse en los trabajos de transporte, acopio, tendido, tensado, regulado y engrapado de los conductores y cables de tierra de las líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

El adjudicatario entregará a la compañía, antes del comienzo de la obra, los siguientes datos: la relación del personal integrante de cada uno de los equipos, el plan de ejecución de los trabajos, la maquinaria que se va a utilizar con su fecha de adquisición, las previsiones constructivas y de seguridad, información sobre cruzamientos especiales y los datos de la frecuencia a utilizar en los radioteléfonos y la autorización administrativa para ello.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para evitar que los conductores y el cable de guarda puedan dañarse de algún modo durante las operaciones de transporte, almacenamiento e instalación. Cualquier daño que aparezca en la superficie externa del conductor y del cable de guarda podrá causar su reemplazamiento de acuerdo con la decisión de los responsables de la compañía. En caso de daños menores de cordones individuales de un conductor o del cable de guarda, durante su tendido, se permitirá el uso de camisas de reparación del tipo aprobado.

El comienzo de los trabajos de tendido será, como mínimo, 28 días después de la terminación del hormigonado de los apoyos.

Antes de iniciarse los trabajos, la compañía y el adjudicatario realizarán una revisión de las herramientas, útiles y maquinaria a utilizar durante los mismos. Se realizarán, durante el transcurso de la obra, revisiones similares cada mes y medio o 2 meses. La compañía podrá exigir el cambio de herramientas, si las considera en no buenas condiciones o inadecuadas para la realización del trabajo.

Las maniobras, en especial de carga y descarga de los cables, aisladores, etc., se realizarán de forma correcta y con los medios adecuados.

Los daños a terceros serán responsabilidad del adjudicatario.

El adjudicatario será responsable de los materiales que reciba y establecerá uno o varios almacenes en obra, debiendo comunicar a la compañía su emplazamiento y mantener en condiciones de seguridad el material recibido.

El tendido de conductores se hará usando equipo para tendido que consistirá en una máquina de tiro y de un freno del tipo y potencial preciso, el cual permitirá el tendido de conductores para cada tramo de la línea, bajo una tensión controlada y a fin de evitar de que cuando el conductor esté instalado en las poleas haga contacto con el suelo.

En ningún caso los conductores deberán ser arrastrados por el suelo durante el flechado.

Las poleas adoptadas para el tendido deberán estar en perfectas condiciones, especialmente la fricción de rodamiento deberá ser la mínima posible para asegurar una máxima uniformidad posible en los vanos adyacentes. La ranura de la polea deberá estar recubierta con hule duro o con un material equivalente. Las poleas deberán marcarse con un número de identificación. En ningún caso, el diámetro de las poleas deberá ser inferior a 20 veces al diámetro del conductor que está tendiendo.

Durante y después del tendido de los conductores y del cable de guarda deberán conectarse a tierra para evitar daños causados por las descargas eléctricas. El Contratista será responsable por la perfecta ejecución de la puesta a tierra y deberá indicar los puntos donde se hayan puesto a modo de permitir la remoción antes de poner en servicio la línea.

Cuando se coloque la máquina de tiro y el freno para la operación del tendido de conductores, el Contratista deberá tomar en consideración la localización de las torres para evitar sobrecargar aquellas que están más cargadas. Se usará hasta donde sea posible los conductores de máxima longitud a fin de reducir el número de empalmes.

Los empalmes deberán estar a 20 m o más de la grapa de suspensión más cercana, o a 50 m o más de la grapa de anclaje más cercana; no deberá tener más de un solo empalme por conductor en un solo vano.

No deberán usarse empalmes:

- En vanos cruzando vías del ferrocarril
- En vanos cruzando carreteras principales

- En vanos cruzando líneas de transmisión y/o telecomunicaciones

Durante el tendido, en todos los puntos de posible daño del conductor, se situarán los operarios necesarios provistos de emisoras y en disposición de poder detener la operación de inmediato.

El adjudicatario elegirá los emplazamientos de los equipos y de las bobinas, teniendo en cuenta que, una vez tensado el conductor, los empalmes queden situados fuera de los vanos prohibidos por el RLAT. Este emplazamiento deberá ser conocido por la compañía para dar su aprobación.

La tracción de tendido de los conductores será la necesaria para que puedan desplegarse evitando el rozamiento con los obstáculos naturales a una altura suficiente, debiendo mantenerse constante durante el tendido de todos los cables.

Los empalmes deberán ser cuidadosamente limpiados con cepillos, limpiándose antes el cable con gasolina y trapo. Cuando esta operación se realice sobre el terreno, deberán disponerse lonas para evitar que las superficies limpias apoyen sobre la tierra.

Antes de proceder al tensado de los conductores, las torres de amarre y sus crucetas deberán ser ventadas en sentido longitudinal.

Los cables deberán permanecer sin engrapar un mínimo de 48 horas para que se produzca su asentamiento.

La compañía fijará para cada serie los vanos de regulación y comprobación que estime oportunos, así como las flechas que han de medirse en los mismos. No deben quedar más de tres vanos consecutivos sin comprobar.

La compañía podrá suspender las operaciones de regulado si las condiciones climáticas fueran adversas o pudieran provocar errores o riesgos en los trabajadores.

Una vez engrapadas las cadenas de suspensión de la serie, se procederá a efectuar el de las cadenas de amarre, tras lo cual se comprobarán nuevamente las flechas de los vanos. Finalizadas las operaciones de engrapado, se colocarán los separadores con la mayor rapidez a fin de evitar el choque de un haz por la acción del viento.

El tiempo entre estas acciones no debe ser superior a 96 horas.

El adjudicatario será responsable de la colocación de las protecciones adecuadas para impedir que la caída de los cables pueda producir daños, permitiendo al mismo tiempo el paso por las vías de comunicación sin interrumpir dicha comunicación. Se hace referencia a cruzamientos con ferrocarriles, carreteras, caminos, líneas eléctricas, telefónicas y telegráficas.

En cruzamientos con líneas eléctricas se tomarán todas las precauciones (corte de tensión, puesta a tierra, etc.).

3.10 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El mantenimiento de una línea eléctrica de alta tensión implica una serie de actividades esencialmente consistentes en revisiones periódicas, reparaciones accidentales o de mantenimiento preventivo, para mantener a las instalaciones en perfecto estado de funcionamiento, y el control del arbolado.

A continuación se describen estas actividades.

3.10.1 REVISIONES PERIÓDICAS

Como norma general se efectúan como mínimo dos revisiones rutinarias o de mantenimiento preventivo por año. En estas revisiones se recorre a pie todo el trazado de la línea; estando estipulado que se debe subir a un tercio de los apoyos para un reconocimiento más minucioso de sus elementos.

Estas labores también pueden efectuarse mediante helicóptero, sobrevolando toda la línea, siempre que las circunstancias lo permitan.

Como resultado de las revisiones preventivas se detectan las anomalías que puedan presentar los distintos elementos de la línea, siendo las más usuales: aisladores rotos, daños en los conductores, cables de tierra, separadores de conductores, etc., procediendo a su posterior reparación.

El equipo normal utilizado en estas reparaciones habituales consiste en un vehículo todo terreno, y las herramientas propias del trabajo, no siendo necesaria la utilización de maquinaria pesada.

Para tener una idea de la frecuencia de las reparaciones, a continuación se da una relación de la vida media de los distintos elementos de una línea eléctrica de alta tensión; las cifras que se indican son aproximadas, obtenidas de la experiencia de otras líneas y con un amplio margen de variación pues dependen de muchos factores: clima, contaminación atmosférica, proximidad al mar, etc.

- Galvanizado de los apoyos: 10 - 15 años (se pintan con 2 a 4 capas de pintura)
- Cable de tierra: 25 - 30 años
- Período de amortización de una línea de A.T.: 30 - 40 años

3.10.2 REPARACIONES ACCIDENTALES

En las líneas de alta tensión se producen una media de 3 a 4 incidentes por año, considerándose como tales las actuaciones no controladas de los mecanismos de seguridad en las subestaciones.

Los incidentes pueden ser en general de dos tipos, dividiéndose según sus efectos. El primer tipo de incidentes agrupa aquellos que producen una ausencia de tensión momentánea, como los motivados por sobrecargas de tensión ajenas a la línea, fuerte niebla junto con

contaminación atmosférica, fugas a tierra por múltiples causas, etc. En estos casos no se producen defectos permanentes en la línea y se restablece el servicio acoplando ésta de nuevo, bien de forma automática, bien manualmente. Este tipo de incidentes son los más frecuentes.

El otro tipo de incidentes comprende los que producen una ausencia de tensión permanente o avería en la línea, y precisan reparación. Las causas más frecuentes de este tipo de averías son fenómenos meteorológicos de intensidad anormal (tormentas y vientos muy fuertes, grandes nevadas, etc.) que sobrepasan los cálculos técnicos y de seguridad utilizados en el diseño y en los Reglamentos de A.T. Una vez localizada y reparada la avería se vuelve a acoplar la línea. Otras causas menos frecuentes de averías son el envejecimiento de materiales, accidentes ajenos a la línea, etc.

Para proceder a la reparación de estas averías accidentales se utilizan los accesos previstos para el mantenimiento permanente de la línea, que aprovechan la red creada durante la construcción, para minimizar el efecto que se pueda llegar a producir sobre el entorno.

3.10.3 CONTROL DE LA VEGETACIÓN

Durante las revisiones periódicas rutinarias se realiza un seguimiento del crecimiento del arbolado y trepadoras que se prevé puede interferir, por su altura o dimensión, con la línea, debiendo cortar aquellos pies que se prevea que pueden constituir un peligro, al existir la posibilidad de que al crecer, sus ramas se aproximen a los conductores a una distancia menor a la de seguridad. Las actividades a realizar se ajustarán a lo mencionado en el proceso de construcción, realizándose las labores en general por medios manuales, y de manera esporádica con máquina, no empleándose herbicidas.

Los accesos utilizados para el mantenimiento de la línea son los mismos que se abrieron para la construcción de la misma, no siendo necesario la apertura de nuevos accesos sino exclusivamente el mantenimiento de los ya existentes.

3.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO	122
3.1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA	122
3.2	DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO	123
3.2.1	APOYOS.....	123
3.2.2	CIMENTACIONES	126
3.2.3	CONDUCTORES.....	127
3.2.4	HILOS DE GUARDA.....	127
3.2.5	DISPOSICIÓN DE LOS CABLES EN LOS APOYOS.....	128
3.2.6	CADENAS DE AISLADORES.....	128
3.2.7	PUESTAS A TIERRA.....	129
3.3	CONDICIONANTES TÉCNICOS.....	129
3.4	DESCRIPCIÓN SUCINTA DE LAS OBRAS.....	133
3.4.1	OBTENCIÓN DE PERMISOS.....	135
3.4.2	APERTURA DE ACCESOS.....	135
3.4.3	TALA DE ÁRBOLES	137
3.4.4	CIMENTACIONES.....	138
3.4.5	RETIRADA DE TIERRAS Y MATERIALES DE LA OBRA CIVIL	139
3.4.6	ACOPIO DE MATERIALES DE LA TORRE	139
3.4.7	MONTAJE E IZADO DE CUERPO	139
3.4.8	ACOPIO DE MATERIALES PARA EL TENDIDO.....	141
3.4.9	TENDIDO DE CABLES.....	141
3.4.10	TENSADO Y REGULADO DE CABLES. ENGRAPADO	142
3.4.11	ELIMINACIÓN DE MATERIALES Y REHABILITACIÓN DE DAÑOS.....	143
3.5	INSTALACIONES AUXILIARES	144
3.6	MAQUINARIA Y MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN	144
3.6.1	MAQUINARIA UTILIZADA.....	144
3.6.2	MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN	145
3.7	MANO DE OBRA.....	145
3.8	CRUZAMIENTOS Y SERVIDUMBRES GENERADAS (DERECHOS DE VÍA).....	147
3.9	CONTROL DURANTE LAS OBRAS.....	150
3.9.1	REPLANTEO	152
3.9.2	PISTAS DE ACCESO	152
3.9.3	EXCAVACIÓN Y HORMIGONADO	154
3.9.4	PUESTAS A TIERRA.....	157
3.9.5	TALAS Y PODAS.....	158
3.9.6	ARMADO E IZADO DE LA TORRE.....	159
3.9.7	TENDIDO DE CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA.....	161
3.10	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	165
3.10.1	REVISIONES PERIÓDICAS.....	165
3.10.2	REPARACIONES ACCIDENTALES.....	166
3.10.3	CONTROL DE LA VEGETACIÓN	167