



---

Gerencia de Sector Estudios y Proyectos  
Área Trasmisión

---

## **CAPÍTULO 2**

# **INGENIERÍA Y DISEÑO**

## CONTENIDO

|            |                                                                                            |           |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2.1</b> | <b>OBJETO .....</b>                                                                        | <b>3</b>  |
| <b>2.2</b> | <b>CRITERIOS DE PROYECTO .....</b>                                                         | <b>3</b>  |
| 2.2.1      | <i>Ingeniería Civil de Estaciones.....</i>                                                 | 3         |
| 2.2.1.1    | Estudios de suelos .....                                                                   | 3         |
| 2.2.1.2    | Estudio Topográfico .....                                                                  | 4         |
| 2.2.1.3    | Demolición .....                                                                           | 5         |
| 2.2.1.4    | Movimiento de suelos .....                                                                 | 5         |
| 2.2.1.5    | Caminería .....                                                                            | 5         |
| 2.2.1.6    | Pórticos, soportes de equipos y bases. ....                                                | 5         |
| 2.2.1.7    | Sistema de drenaje y desagües pluviales .....                                              | 6         |
| 2.2.1.8    | Cuba, bases para transformadores, vías, fosa separadora de aceite y muros cortafuego ..... | 6         |
| 2.2.1.9    | Piso de la playa.....                                                                      | 8         |
| 2.2.1.10   | Canales para cables .....                                                                  | 9         |
| 2.2.1.11   | Canales para cables bajo pavimento .....                                                   | 9         |
| 2.2.1.12   | Zanjas para cables de potencia .....                                                       | 9         |
| 2.2.1.13   | Ductos para cables enterrados.....                                                         | 10        |
| 2.2.1.14   | Cerramiento perimetral .....                                                               | 10        |
| 2.2.1.15   | Franja cortafuego .....                                                                    | 10        |
| 2.2.1.16   | Memorias de cálculo y planos de detalle .....                                              | 10        |
| 2.2.1.17   | Estructuras de hormigón .....                                                              | 11        |
| 2.2.1.18   | Hipótesis de carga .....                                                                   | 11        |
| 2.2.2      | <i>Ingeniería Electromecánica – Estaciones.....</i>                                        | 14        |
| 2.2.2.1    | Tensiones auxiliares .....                                                                 | 14        |
| 2.2.2.2    | Distancias de aislación y de seguridad .....                                               | 14        |
| 2.2.2.3    | Conductores .....                                                                          | 15        |
| 2.2.2.4    | Blindaje a las descargas atmosféricas .....                                                | 17        |
| 2.2.2.5    | Malla de tierra .....                                                                      | 17        |
| 2.2.2.6    | Servicios auxiliares .....                                                                 | 20        |
| 2.2.2.7    | Compatibilidad electromagnética .....                                                      | 21        |
| 2.2.2.8    | Nivel de cortocircuito de los equipos .....                                                | 22        |
| 2.2.2.9    | Nomenclatura utilizada .....                                                               | 22        |
| <b>2.3</b> | <b>DOCUMENTACION TÉCNICA .....</b>                                                         | <b>23</b> |
| 2.3.1      | <i>Generalidades.....</i>                                                                  | 23        |
| 2.3.2      | <i>Formato de los planos .....</i>                                                         | 24        |
| 2.3.3      | <i>Índice de documentos.....</i>                                                           | 24        |
| 2.3.4      | <i>Estudios de ingeniería.....</i>                                                         | 24        |
| 2.3.5      | <i>Proyecto de detalle.....</i>                                                            | 24        |
| 2.3.5.1    | Generales .....                                                                            | 25        |
| 2.3.5.2    | Equipos.....                                                                               | 25        |
| 2.3.5.3    | Proyecto electromecánico.....                                                              | 25        |
| 2.3.5.4    | Proyecto civil .....                                                                       | 26        |
| 2.3.5.5    | Servicios auxiliares .....                                                                 | 26        |
| 2.3.5.6    | Documentación de inspección y control de calidad .....                                     | 26        |
| 2.3.6      | <i>Manuales de mantenimiento y operación .....</i>                                         | 26        |

## 2.1 OBJETO

En esta Sección se describen las principales actividades de Ingeniería que llevará a cabo el Contratista en relación a la Obra, en particular:

- Los estudios de ingeniería destinados a verificar el correcto diseño y desempeño de las instalaciones
- Los criterios de proyecto electromecánico y civil aplicables al diseño de las instalaciones.
- La documentación técnica que deberá ser entregada a UTE en relación a los trabajos de Ingeniería.

En los diversos capítulos de estas Especificaciones Técnicas en que se especifican equipos, materiales y procedimientos constructivos que componen la obra, se indican asimismo criterios de proyecto asociados a los mismos los cuales deben entenderse como complementarios de los criterios contenidos en esta Sección.

UTE supervisará todas las etapas vinculadas a la Ingeniería y Diseño de las instalaciones.

## 2.2 CRITERIOS DE PROYECTO

### 2.2.1 Ingeniería Civil de Estaciones

#### 2.2.1.1 Estudios de suelos

Se realizarán estudios a fin de obtener información para el diseño de las fundaciones y caminería. El Contratista elaborará y someterá a aprobación de UTE un proyecto de ubicación de los cateos y estudios que efectuará. Esta propuesta deberá indicar estudios en las zonas donde se ubicarán: edificaciones, transformadores, disyuntores, equipos de potencia, pórticos y caminería utilizada para el transporte de equipos pesados.

Se ejecutarán ensayos de penetración standard (SPT), perforaciones rotativas o a percusión con extracción de muestras. Se completarán con ensayos de laboratorio.

Las perforaciones y ensayos de suelo informarán las características geotécnicas de los terrenos de fundación, incluyendo tensiones admisibles, coeficiente de balasto y nivel freático. Esto incluye todos los parámetros necesarios para el diseño de las fundaciones.

Los estudios permitirán conocer el perfil, hasta alcanzar una profundidad que proporcione información geotécnica suficiente para establecer con propiedad el comportamiento de la fundación a proyectar.

Se deberá disponer del equipo necesario para realizar el ensayo referido de penetración (de acuerdo a la norma ASTM D 1586) que comenzarán a 0.55 m de profundidad, espaciados

cada metro y hasta superar en dos metros la profundidad del plano de fundación proyectado o encontrar la roca o material resistente que impida el avance. Se tomarán las previsiones necesarias para evitar derrumbes de las paredes del sondeo (lodo bentonítico, encamisado, etc.).

Estos trabajos se realizarán en presencia de un representante de UTE para lo cual se coordinará la fecha de su comienzo con diez días de anticipación y se presentará el programa de tareas previsto.

Los datos de las perforaciones y ensayos se registrarán en informes que se entregarán a UTE con un mes de antelación al comienzo de las excavaciones, ya que a la vista de esos resultados podrá disponer la realización de estudios complementarios.

Se podrá solicitar la realización de los siguientes ensayos en un laboratorio especializado:

- ensayos de suelo complementarios tales como: humedad natural, peso específico húmedo, límites de Atterberg, composición granulométrica por vía seca, ensayo triaxial rápido sobre muestras no perturbadas para determinación del ángulo de fricción interna y cohesión no drenada
- ensayos de muestras de agua de la napa freática del terreno o en caso de zonas inundables del cauce más próximo a efectos de establecer su agresividad. Se determinarán las siguientes características: pH, sulfatos ( $\text{SO}_4=$ ), dióxido de carbono libre ( $\text{CO}_2$ ), magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ), sulfuros ( $\text{S}=-$ ), ácido sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ).
- análisis químicos de los suelos a efectos de establecer su agresividad. Se determinarán las siguientes características: pH, sulfatos ( $\text{SO}_4=$ ), cloruros ( $\text{Cl}^-$ ), sulfuros ( $\text{S}=-$ ), sales solubles en agua.

En el caso de terrenos especiales, por ejemplo: de baja resistencia o con presencia de roca podrá requerirse la realización de alguno de los siguientes ensayos:

- Perforación vertical entubada con máquina de percusión-rotación en suelos cohesivos y no cohesivos con ejecución de ensayos S.P.T. cada 1m alternados con la extracción de muestras perturbadas.
- Perforación vertical en roca con máquina de percusión-rotación.

El Contratista será responsable por la correcta realización de los estudios, por la interpretación de los resultados obtenidos y su extrapolación, por la ejecución del tipo de fundación apropiada a las características geotécnicas de cada terreno y de acuerdo al proyecto aprobado. Se entrega como referencia el estudio de suelos realizado para la ampliación de la playa de CSA.

#### **2.2.1.2 Estudio Topográfico**

Se realizará un estudio planialtimétrico del predio y su zona de influencia a los efectos de determinar las condiciones de drenaje fuera de los límites del predio. Se deberá presentar el

correspondiente plano de curvas de nivel con la información relevada con el objetivo de servir de base para el diseño del proyecto a considerar en la nivelación de playa y caminería. Para el relevamiento de curvas de nivel la precisión requerida será centimétrica.

#### **2.2.1.3 Demolición**

Serán demolidos los elementos que obstaculizan o impidan el correcto funcionamiento de las instalaciones futuras o que se indiquen a tales efectos en los planos correspondientes. La disposición final de los elementos o residuos se considera incluida.

#### **2.2.1.4 Movimiento de suelos**

En ésta unidad se incluye la limpieza y nivelación del terreno según las especificaciones adjuntas y planos que presentará el Contratista y aprobará UTE, de manera de que la superficie quede preparada para la construcción posterior.

Para las playas la pendiente mínima será de 1%, en caso que el terreno lo justifique se podrá adoptar una pendiente máxima de 2%.

#### **2.2.1.5 Caminería**

El ancho y el material de los pavimentos será el indicado en el plano de planta correspondiente.

Serán de carpeta asfáltica u hormigón, se considerará una vida útil de 20 años para el de carpeta asfáltica y 30 años para pavimento de hormigón.

Tendrán una pendiente mínima en el sentido longitudinal de 0,5% y en caso que el terreno lo justifique se podrá adoptar una pendiente máxima de 6%.

Las calzadas que soporten tráfico con carga de equipo pesado, serán de hormigón armado, con ancho mínimo de 7 m y radio de curvatura mínimo de 20 m.

Para los caminos interiores a la Estación se realizará un pavimento de carpeta asfáltica u hormigón, con ancho mínimo de 4 m.

#### **2.2.1.6 Pórticos, soportes de equipos y bases.**

En las playas de 150 kV y 63 kV, el Contratista será el responsable de realizar las bases de los equipos.

Los soportes de equipos tendrán una altura tal que se mantenga una distancia eléctricamente segura mayor a 2,25 m respecto al nivel terminado del piso de playa.

En el caso de ampliaciones en instalaciones de UTE se utilizará el tipo de soporte existente, según los planos que suministrará UTE como parte de estas especificaciones.

Las bases y soportes de hormigón deben prever que las conexiones de puesta a tierra sean

internas a las mismas.

En caso que los soportes sean de hormigón deberán suministrarse las estructuras metálicas necesarias para adaptarlos a los equipos. Estas últimas serán de acero galvanizado y deberán cumplir con las especificaciones indicadas en el presente Pliego.

#### **2.2.1.7 Sistema de drenaje y desagües pluviales**

Los desagües se proyectan de modo de recibir la contribución de la playa de la Estación y edificaciones, considerando un sistema de desagüe independiente para canales de cables y otro para los efluentes de las cubas en caso de que corresponda.

A los efectos del diseño se considera una intensidad de lluvia 2 mm/min.

El proyecto del sistema de drenaje se presentará a UTE acotado, con indicación del sentido y el valor (%) de las pendientes, cotas de fondo, materiales, etc.

La pendiente mínima será de 1% tanto para la superficie de la playa como para las conducciones.

Se deberá tener especial cuidado en la ubicación de las salidas de desagüe de modo que la evacuación final de pluviales no erosione el terreno y no afecte los predios vecinos. De ser necesario se construirán difusores o tubos de drenaje.

#### **2.2.1.8 Cuba, bases para transformadores, vías, fosa separadora de aceite y muros cortafuego**

Se deberá ejecutar la construcción de cubas, bases, muros cortafuego, vías y macizos para el traslado de los mismos y una fosa separadora de aceites para el tratamiento de aguas.

Las vías serán elevadas 0,90 m por encima del nivel de pavimento, contarán con rieles de tipo ferroviario para el desplazamiento de los transformadores y macizos de apoyo para gatos.

Los macizos de hormigón empotrados en el terreno, usualmente denominados “muertos”, contarán con elementos de anclaje a fin de facilitar el movimiento de los transformadores. Los mismos se diseñarán considerando un tiro del 10% del peso máximo del transformador asociado a las vías. Se construirán al nivel y en el eje de las vías.

El sistema de recolección y evacuación de aceite estará compuesto por los siguientes elementos:

**Cuba de recolección de aceite:** Se construirá una cuba bajo cada transformador, se diseñará para poder retener el 20% del volumen total de la fosa de recolección y separación. La cuba tendrá como mínimo las dimensiones en planta indicada en los planos (OS-NP52-Detalles vías y cubas).

Como protección anti incendios se colocará una capa con piedras sueltas colocadas sobre un enrejado metálico galvanizado de tamaños regulares de 38 mm de diámetro (Size N° 2, ASTM D 448 y NFPA 850: 5.6.6.2 (2)), de 30 cm de espesor. Esto permitirá el drenaje del aceite hacia la cámara conectada a una tubería de desagüe que conduce a la fosa de recolección y separación.

Los bordes de las cubas expuestos deben tener una resistencia al fuego de al menos 3 horas.

**Sistema de desagüe:** El efluente se conducirá por un sistema de tuberías de hormigón a una fosa de recolección y separación de aceite.

**Fosa de recolección y separación:** En esta fosa se separará la fracción acuosa de la fracción aceite. La fracción acuosa se conducirá a la red de saneamiento o de caso contrario se infiltrará al terreno respetando la normativa vigente, en particular el Código de Aguas, decreto 253/79, etc.; la fracción aceite se retendrá en la fosa para ser retirado posteriormente por un camión-tanque.

El material de la fosa separadora será hormigón armado, revocado con arena y portland con hidrófugo, para la terminación se aplicará un producto impermeabilizante de manera de asegurar la estanqueidad.

El diseño de la fosa separadora puede requerir para su funcionamiento la presencia de un nivel mínimo de agua, se considera incluida la conexión a la instalación de agua de la Estación y la colocación de un flotador mecánico en ese caso.

Se considera incluida la conexión de la misma a los desagües en las cubas y la ejecución del desagüe de salida correspondiente a la fosa.

La ubicación de la fosa será acordada con UTE.

**Criterios de diseño de la fosa de recolección y separación:**

**Consideración volumétrica:**

Adicionalmente al 100% de volumen de aceite del transformador, se debe tener en cuenta el volumen generado por una precipitación (generalmente se tiene en cuenta una precipitación con duración igual a 24 horas y periodo de retorno 25 años) y el volumen generado por el combate de incendio. Para esto se debe considerar el volumen de agua generado por las mangueras de bomberos y el volumen de agua generado por un sistema fijo de control de incendio (previendo la colocación del mismo a futuro), durante 10 minutos. El volumen de agua generado por el uso de mangueras está dado por un caudal total de 1.000 lpm y el volumen total a considerar del sistema de aspersores durante 10min es 22240 litros.

Imponiendo esto se definen variables geométricas, la altura del tabique de separación, el área de la fosa en planta y el volumen de la cuba.

### Velocidad de arrastre y caudal de aceite

La velocidad del agua bajo el tabique debe ser menor que la velocidad de arrastre con el aceite de manera de que efectivamente quede retenido el aceite en el tabique.

La separación entre el agua y el aceite será gravitatoria en base a la diferencia de densidad existente entre ambas.

El caudal de agua a la salida dependerá del caudal de entrada y de la laminación del tanque considerada a partir de las condiciones en la salida.

### Equilibrio Mecánico

Se plantea el equilibrio mecánico de los fluidos en el instante final, con la zona de retención llena de aceite, determinando el nivel de agua en el desagüe.

**Se considera de especial utilidad la siguiente publicación:** "*Design and Operation of Oil-Water Separators, Publication 421*, American Petroleum Institute, Washington, D.C., 1990.

Se presentarán las memorias de cálculo y planos de cuba, fosa, vías, muertos y desagües en base al estudio de suelos y datos del equipo: peso, dimensiones, volumen de aceite, etc.

Éstos elementos se construirán de acuerdo a los planos que presentará el Contratista y aprobará UTE.

### Criterios de diseño de los muros cortafuego

Los muros cortafuego serán de hormigón armado y se calcularán para una resistencia al fuego de 180 min según Norma EHE-2008 o similar. Además, en caso que corresponda, en el cálculo se considerarán los elementos a apoyar sobre los mismos.

Los bordes de la cuba que también serán expuestos al fuego deben cumplir con la misma resistencia al fuego que los muros.

El muro cortafuego debe extenderse al menos 30 cm sobre la parte más alta del transformador (teniendo en cuenta el tanque de aceite) y se extenderá como mínimo 60 cm del borde interior de la cuba, hacia ambos lados.

#### **2.2.1.9 Piso de la playa**

El piso de la playa de la Estación se terminará con un espesor mínimo de 15 cm de material de filtro (piedra-partida) de acuerdo a las especificaciones del capítulo de Obras de Infraestructura Civil.

Se acordarán durante el contrato las terminaciones que se darán al resto del piso de la estación (suelo-cemento, tepes, u otros). No se recibirá la Estación si la totalidad del predio no se encuentra en buenas condiciones.



#### **2.2.1.10 Canales para cables**

Se construirán en hormigón armado. El fondo tendrá una pendiente mínima del 1%.

La red de canales de cables a proyectar será tal que permita minimizar las longitudes de los cables desde los equipos hasta el edificio de la Estación.

La red de canales de cables, así como sus pendientes, serán tales que permitan una rápida evacuación del agua de lluvia que pudiera acceder a los canales. Se evitarán por lo tanto recorridos del agua excesivamente largos.

El ancho de los canales de cables será tal que permita la colocación holgada de los mismos en su ancho sin excesivas superposiciones. A tal efecto se considera conveniente el uso de varios tipos de ancho para los canales, los cuales se tipifican en la información complementaria.

Las tapas de los canales de cables deben estar dimensionadas de forma tal que puedan soportar un esfuerzo vertical de 250 kg en su punto medio. Las dimensiones de las mismas deberán respetar la normativa vigente en lo que refiere a salud ocupacional y manejo manual de cargas no superando los 55kg.

La cota inferior de las tapas de los canales de cables estará en coincidencia con la cota de piso terminado de la playa que incluye los 15 cm del material de filtro. Las cotas de zampeado de los canales de cables serán tales que provean de una pendiente de al menos 1% al fondo del canal de cables.

#### **2.2.1.11 Canales para cables bajo pavimento**

Deberán cumplir con todas las condiciones indicadas en 2.2.1.10. Se diseñarán para resistir el paso de un vehículo que transporte un mínimo de 10 toneladas de carga.

#### **2.2.1.12 Zanjas para cables de potencia**

La zanja será rellenada en la zona inmediatamente adyacente a los cables de potencia con arena limpia cuya resistividad térmica en las peores condiciones previstas sea no superior a 120 °C-cm/W. Las dimensiones mínimas de dicho relleno serán de 15 cm. por debajo de los cables, 25 cm por encima y 25 cm. a los costados respecto del eje central del trébol.

La composición aproximada del material a utilizar será propuesta por el Contratista a la aprobación de UTE con anterioridad al comienzo de los trabajos, respaldando su propuesta en base a literatura técnica, ensayos en laboratorio o en sitio, etc. Este material de relleno se deberá compactar hasta al menos el 95 % de la densidad Proctor.

Sobre la capa de relleno con función térmica se colocará una hilera de losetas de hormigón de 45 x 30 x 5 cm, colocando el lado mayor perpendicular al eje de la zanja.

A 20 cm. por debajo del nivel de terreno deberá instalarse una banda de identificación.

El resto de la zanja se rellenará con arena sucia o tierra desmenuzada libre de materia orgánica. El material a utilizar deberá ser aprobado por UTE y, en particular, no se admitirá el uso de sobrantes de demoliciones. El relleno deberá compactarse en capas de 30 cm. hasta conseguir el 80 % de la densidad Proctor. En el proceso de compactación se deberá cuidar no dañar ninguna instalación subterránea, a cuyos fines éstas deberán ser marcadas claramente antes de comenzar el trabajo.

#### **2.2.1.13 Ductos para cables enterrados**

Según se indica en los planos, para diferentes cruces de los cables de control y de potencia, se construirán ductos con caños de PVC inmersos en macizos de hormigón.

La cantidad y diámetro a colocar se ajustará según sea necesario y será tal que permita la colocación holgada de los cables en su interior. Se preverán caños de reserva y se dispondrán tapones herméticos en los extremos de estos caños.

#### **2.2.1.14 Cerramiento perimetral**

El predio de la Estación deberá cerrarse perimetralmente con alambrado de ley. Se preverán portones para el pasaje de vehículos y de personal, de acuerdo con los planos correspondientes.

Se instalará un cerco perimetral de tejido ubicado según se indica en los planos. Se requerirá la colocación de piedra partida en una faja de al menos 1,5 m de ancho a cada lado de la cerco perimetral.

Además se dispondrá de un sistema de puesta a tierra de los cercos.

#### **2.2.1.15 Franja cortafuego**

Se preverá una franja contra el alambrado de ley de ancho mínimo de 5m cubierta con tosca cemento u otro material inerte a aprobar por UTE.

#### **2.2.1.16 Memorias de cálculo y planos de detalle**

En lo que refiere al diseño y verificación de todos los elementos estructurales, fundaciones, soportes, columnas y vigas de pórticos, columnas de iluminación, pavimentos, estructura de edificios y sistemas de desagüe pluvial, se solicita la entrega de planos de detalle y memorias donde figuren los cálculos e hipótesis realizadas. Las mismas se someterán a aprobación de UTE, quien contará con 20 días calendario para observarlos u aprobarlos, en concordancia con el cronograma preparado por el Contratista según se pide en *Procedimientos de envío de documentos y de aprobación* dentro del capítulo especificaciones técnicas generales.

La ejecución de los elementos estará habilitada luego de la aprobación de los recaudos.

### **2.2.1.17 Estructuras de hormigón**

#### **2.2.1.17.1 Cálculo**

Para el diseño de las estructuras de hormigón se utilizarán las normas indicadas en estas Especificaciones. Se podrán utilizar otras normas de reconocido prestigio internacional, previa aprobación por parte de UTE.

#### **2.2.1.17.2 Clases de hormigón**

Utilizando la denominación de la norma UNIT 1050, se indica el uso del hormigón de acuerdo a su calidad:

- Fundaciones de equipos y pórticos, cubas, vías de transformadores y muertos, pórticos, soportes de equipos, estructura de edificio, muros cortafuego, muros de contención: C25
- Canales de cables: C15 o superior.

#### **2.2.1.17.3 Acero para armaduras**

Las barras de acero que se empleen en el hormigón armado corresponderán a las calidades de acero tipo AL220, ADN420, ADM420, ADN500, ADM500 según denominación de la norma UNIT 1050.

#### **2.2.1.17.4 Diseño de fundaciones de pórticos y soportes de equipos**

Las fundaciones se podrán realizar mediante macizos o mediante zapatas.

Para el dimensionamiento de las fundaciones realizadas con macizos aislados, se recomienda utilizar el método suizo o de Sulzberger. Para la utilización del mismo se deberán indicar en los estudios de suelos a realizar los coeficientes  $C_b$  y  $C_t$  correspondientes. También se podrá utilizar otro método de uso común a aprobar por UTE.

### **2.2.1.18 Hipótesis de carga**

En los documentos del proyecto se deberán incluir los esquemas de carga utilizados para el diseño.

Las cargas a tener en cuenta para el cálculo de pórticos, soportes de equipos y fundaciones deben ser las siguientes:

-Pesos propios:

>Peso de las estructuras

>Peso de los equipos

>Peso de los conductores, cadenas de aisladores y herrajes (incluidos como carga

vertical en las tablas proporcionadas en los puntos 2.2.1.15.1.)

-Carga de viento:

Para la determinación de las cargas debidas a la acción del viento se aplicará la norma UNIT 50 (Acción del viento sobre construcciones)

Se tomará como base para la determinación de la velocidad de cálculo los coeficientes que tengan en cuenta las características topográficas, de altura y rugosidad de terreno, dimensionales, etc.

Para establecer el coeficiente referente a la seguridad se adoptará el Grupo A.

Se deberá tener en cuenta el viento sobre:

>Estructuras

>Equipos

>Conductores, cadenas de aisladores y herrajes (incluidos en las tablas proporcionadas en los puntos 2.2.1.18.1.)

El viento debe tenerse en cuenta en dirección transversal y longitudinal

-Tensión de los conductores y cables de guardia:

Los pórticos y estructuras de soporte de equipos, así como sus fundaciones, se proyectarán tomando los esfuerzos puntuales definidos en los puntos 2.2.1.18.1 y 2.2.1.18.2. Dichos tiros se combinarán con las cargas de peso propio y viento nombradas anteriormente a menos que se indique lo contrario.

En caso de que sea necesario realizar algún cálculo de esfuerzo se deberán pedir las hipótesis de cálculo a UTE. No obstante se considerará lo siguiente.

- Para tramos de antenas y barras la condición de flecha máxima para el conductor, a 70 °C será de 2,5% del vano sin considerar los aisladores. Para tramos entre equipos la flecha bajo las mismas condiciones será 5% del vano<sup>1</sup>.
- La flecha máxima del cable de guardia a 16 °C, no debe superar el 85% de la flecha del conductor a igual temperatura.
- Para los esfuerzos por cortocircuito se deberán seguir las recomendaciones de la norma IEC 60865-1 Edición 3.0 2011-10.
- En los tramos entre equipos, se deberá verificar que la condición de flecha máxima a 70 °C del 5% no sea menor a la altura mínima permitida para elementos energizados

---

<sup>1</sup> En este sentido, se entiende por vano a la distancia entre los terminales de los equipos.

según la norma IEC 61936-1. En dichos casos se deberá consultar a UTE qué acción tomar.

#### 2.2.1.18.1 Pórticos

Las fundaciones y estructuras de pórticos de antenas y barras se proyectarán tomando en cuenta los tiros de un sólo lado, se utilizarán los tiros de la hipótesis correspondiente suministrados en las tablas 1 y 2. Se deberá verificar, si corresponde, que dichos tiros no sean superados en el vano de salida de la LAT (vano desde pórtico a torre terminal).

Una vez aprobados los suministros de conductores, cable de guardia y aisladores, el contratista podrá solicitar a UTE la entrega de las tablas de tendido correspondientes.

Tabla 1:

| Tiros para estado viento transversal (perpendicular a los conductores) |                              |                              |                             |                                  |                 |                |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------|----------------|
| Vano nominal <sup>2</sup><br>(m)                                       | Tiro sobre conductor (kg)    |                              |                             | Tiro sobre Cable de Guardia (kg) |                 |                |
|                                                                        | T <sub>HL</sub> <sup>3</sup> | T <sub>HT</sub> <sup>4</sup> | T <sub>V</sub> <sup>5</sup> | T <sub>HL</sub>                  | T <sub>HT</sub> | T <sub>V</sub> |
| 25                                                                     | 730                          | 210                          | 110                         | 380                              | 40              | 20             |
| 20                                                                     | 590                          | 190                          | 100                         | 320                              | 40              | 20             |
| 12.5                                                                   | 390                          | 160                          | 90                          | NC                               | NC              | NC             |

Tabla 2:

| Tiros para estado viento longitudinal (paralelo a los conductores) |                           |                 |                |                                  |                 |                |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------|----------------|----------------------------------|-----------------|----------------|
| Vano nominal<br>(m)                                                | Tiro sobre conductor (kg) |                 |                | Tiro sobre Cable de Guardia (kg) |                 |                |
|                                                                    | T <sub>HL</sub>           | T <sub>HT</sub> | T <sub>V</sub> | T <sub>HL</sub>                  | T <sub>HT</sub> | T <sub>V</sub> |
| 25                                                                 | 200                       | 0               | 110            | 140                              | 0               | 20             |
| 20                                                                 | 160                       | 0               | 100            | 120                              | 0               | 20             |
| 12.5                                                               | 90                        | 0               | 90             | NC                               | NC              | NC             |

#### 2.2.1.18.2 Equipos

Las fundaciones y soportes de equipos (que no se encuentran anexados en este pliego) se proyectarán tomando en cuenta los tiros de un sólo lado, **se dimensionarán utilizando los tiros máximos estáticos y dinámicos soportados por los terminales de equipos según lo indicado por el fabricante.**

<sup>2</sup> Distancia entre ejes de pórticos

<sup>3</sup> Tiro horizontal longitudinal al cable

<sup>4</sup> Tiro horizontal transversal, perpendicular al cable

<sup>5</sup> Tiro vertical (positivo hacia abajo)

Deberá ser necesario combinar con el viento solo los esfuerzos estáticos. Por lo tanto surgirán dos combinaciones: tiros estáticos con viento, tiros dinámicos sin viento.

Para el caso de disyuntores se deberá considerar los esfuerzos de maniobra.

## **2.2.2 Ingeniería Electromecánica – Estaciones**

### **2.2.2.1 Tensiones auxiliares**

- Alterna: 400/230 Vac
- Continua: 110 Vcc.

### **2.2.2.2 Distancias de aislación y de seguridad**

#### **2.2.2.2.1 Niveles de aislación**

Se especifican los siguientes niveles de aislación mínimos para los equipos e instalaciones:

|                                                    |     |      |      |
|----------------------------------------------------|-----|------|------|
| Tensión nominal (kV)                               | 150 | 63   | 31.5 |
| Tensión más alta para los equipos (kV)             | 170 | 72.5 | 36   |
| Nivel básico de aislación a impulso de rayo (kVcr) | 750 | 325  | 170  |
| Nivel de aislación a frecuencia industrial (kV)    | 325 | 140  | 70   |
| Distancia de fuga específica (mm/kV fase-fase)     | 25  | 25   | 25   |

Los parámetros que caracterizan el nivel de aislación de los equipos e instalaciones (tensiones soportadas a frecuencia industrial, aislaciones fase-fase, etc.) se coordinarán con los niveles básicos de aislación especificados de acuerdo con lo indicado en las Normas IEC 60071 o en las Normas específicas aplicables a cada equipo individual. En caso que estas normas especifiquen diversas opciones para cada nivel básico de aislación, se elegirá la opción más conservadora.

Las instalaciones de 150 kV y 63 kV se consideran efectivamente puestas a tierra (factor de falta a tierra no superior a 1,4), mientras que las de 31,5 kV se consideran puestas a tierra a través de una resistencia.

En los capítulos en que se especifican individualmente cada uno de los equipos e instalaciones que componen la obra se indicarán, si corresponde, variaciones a los niveles de aislación generales aquí especificados.

#### **2.2.2.2.2 Distancias de Aislación y de Seguridad**

Las distancias entre las diversas partes de la instalación se elegirán de acuerdo a los

siguientes criterios:

- **Distancias Mínimas de Aislación:** Serán las indicadas en las Normas IEC 60071, de acuerdo a cada Nivel Básico de Aislación.
- **Distancias de Seguridad:** Cuando haya riesgo de acercamiento de personas a partes energizadas, se agregarán a las distancias mínimas de aislación las distancias de seguridad recomendadas en un Código de reconocido prestigio internacional como ser IEC 61936, NESC, NORMA VDE 0101 o similar.

#### 2.2.2.2.3 Criterios Aplicables a Conductores Flexibles

Cuando en el proyecto de distancias estén involucrados conductores flexibles, serán de aplicación los siguientes criterios:

- Para vientos de hasta 70 km/h se deberán respetar las distancias indicadas en el ítem “Distancias de Aislación y de Seguridad”.
- Para vientos superiores, y hasta 150 km/h, se acepta una reducción en la distancia mínima de aislación de hasta el 50% de la indicada en el ítem “Distancias de Aislación y de Seguridad”, siempre y cuando se demuestre que las distancias en aire involucradas son capaces de soportar las máximas sobretensiones temporarias (TOV) previstas, con una probabilidad superior al 90%.
- Cuando se evalúe la distancia de aislación entre dos conductores flexibles, se supondrá que sólo uno de ellos oscila como consecuencia de la acción del viento.
- Para evaluar las distancias de aislación en condiciones de cortocircuito, se aplicarán los mismos criterios indicados para vientos entre 70 y 150 km/h.

### 2.2.2.3 Conductores

#### 2.2.2.3.1 Tipo de conductores

Para las barras y antenas en 150 kV se utilizará conductor de aluminio tipo “Columbine” (designación según norma canadiense CSA).

Para el resto de las conexiones en 150 kV, barras, antenas y todas las conexiones en 63kV se utilizará conductor de aluminio tipo “Dahlia” (designación según norma canadiense CSA).

Los cables de guardia serán de acero galvanizado, de 7 hilos de 2,92 mm de diámetro.

#### 2.2.2.3.2 Dimensionado mecánico de los conductores

##### a) En régimen

Para los conductores flexibles de fase se asumirán las siguientes hipótesis para el dimensionado mecánico en régimen:

|                                                          |                                                                                       |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Rango de temperaturas (°C):                              | - 5 a 70                                                                              |
| Presión de viento máxima (kp/m <sup>2</sup> ):           | 77 (*)                                                                                |
| Temperatura de viento máximo (°C):                       | 10                                                                                    |
| Factor de seguridad respecto a la carga de rotura (UTS): | 3                                                                                     |
| Máxima tensión diaria (EDS), a 16 °C:                    | 16% UTS                                                                               |
| Flecha máxima a 70 °C:                                   | 2,5% del vano para tramos en barras y antenas y 5% del vano para tramos entre equipos |

(\*): Este valor de presión de viento sólo aplica para el dimensionamiento mecánico de los conductores, no siendo así para el dimensionamiento de las estructuras. La acción del viento que aplica sobre las estructuras es la definida en el punto “Hipótesis de carga”.

Para los cables de guardia se asumirá el mismo viento máximo de diseño, el mismo factor de seguridad respecto a la carga de rotura y el mismo porcentaje de máxima tensión diaria.

Los cálculos mecánicos se harán con una metodología que permita tener en cuenta la influencia de las cadenas de aisladores.

#### b) En cortocircuito

Para el dimensionado de los conductores y aisladores soporte en condiciones de cortocircuito se seguirán los lineamientos de las publicaciones IEC 60865-1 Edición 3.0 2011-10 y "The mechanical effects of short circuit currents in open air substations" (CIGRE WG O2), verificando una separación mínima entre fases de acuerdo a lo recomendado en la IEC 61936-1.

Se asumirá que no se superponen los efectos de viento máximo con los de cortocircuito.

Se asumirá en principio una corriente de cortocircuito de diseño de 15 kArms. Durante el contrato se discutirá en detalle la posibilidad de asumir valores de diseño más pequeños a los efectos del cálculo mecánico.

Las corrientes de cortocircuito se asumirán con factores de asimetría de 2,5. Para el cálculo de esfuerzos de cortocircuito aplicando la norma IEC 60865-1 Edición 3.0 se admite utilizar un factor de asimetría de 1.81.



#### **2.2.2.4 Blindaje a las descargas atmosféricas**

El blindaje en la playa se realizará por medio de cables de guardia instalados a lo largo de toda la sección sobre los pórticos que delimitan la misma.

El blindaje de las nuevas instalaciones se realizará acorde a los planos entregados y se construirá por medio de cables de guardia, cuyas características se detallan en el capítulo 5.

#### **2.2.2.5 Malla de tierra**

El contratista deberá diseñar la malla de tierra correspondiente a la ampliación de la estación así como verificar y eventualmente modificar la malla de tierra existente para cumplir con los criterios de diseño indicados en este capítulo. Se adjunta a este capítulo el plano de la malla de tierra existente, plano OS-NP33-Malla de tierra.

#### Requerimientos de Seguridad

El sistema de puesta a tierra se diseñará de acuerdo con las recomendaciones de la Publicación IEEE-80:2013 “IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding”. Se tendrá en cuenta todas las situaciones planteadas en la sección 8, “Criteria of tolerable voltage” de la IEEE Std. 80.

A los efectos de la determinación de los valores máximos admisibles de tensión de paso y tensión de toque, se considerará:

- Peso de la persona: 50 kg.
- Duración del shock de corriente: 1 s.

Por otro lado, se deberá verificar que no se produzcan corrientes de circulación de larga duración (como por ejemplo corrientes inducidas). A estos efectos se asume que la corriente máxima tolerable de larga duración por el cuerpo humano es inferior a 6 mA.

#### Sección mínima del conductor de tierra

La sección del conductor de cobre deberá ser determinada en función de la corriente de diseño de la malla de tierra y de acuerdo con la metodología descrita en la sección 11, “Selection of conductors and connections”, de la IEEE Std. 80.

Independiente de lo anterior la sección mínima del conductor no podrá ser inferior a 95 mm<sup>2</sup>, y compuesto de al menos de 7 hilos de cobre.

#### Malla de tierra

Será una cuadrícula horizontal de conductores de cobre, de sección mínima indicada arriba, y cuya geometría será tal que se cumplirá con los requerimientos de seguridad indicados, considerando asimismo la disposición de los equipos y estructuras en la playa.

Estará enterrada a una profundidad mínima de 0.5 m, a excepción de los cruces con vías de circulación y del conductor de aterramiento de la cerca que rodea el terreno, en que se usará una profundidad de enterrado de 1 metro.

Cubrirá toda el área de la estación, hasta 1 metro más allá del cerco perimetral.

### Jabalinas

Cuando en algunas zonas de la estación no sea posible o sea difícil únicamente con la malla de tierra, alcanzar los requerimientos de seguridad indicados, la malla de tierra podrá ser reforzada con jabalinas "Copperweld".

Independiente de lo anterior, se deberá reforzar la malla de tierra con jabalinas en:

- periferia de la malla, separadas una distancia de no más de 25 m. Se incluirán jabalinas en las esquinas.
- perímetro del edificio

Bien como reforzar con jabalinas (las que se conectarán a la malla de tierra) el aterramiento de:

- descargadores
- neutro de reactores
- neutro de transformadores de potencia.

### Terreno

El terreno deberá cubrirse con una capa de piedra partida de al menos 15 cm de espesor. Esta capa cubrirá todo la playa de la estación hasta 1.5 metros hacia fuera del cerco perimetral.

## **Parámetros de diseño**

Complementariamente a lo indicado en la norma IEEE Std. 80 y en la sección "Criterios de diseño" arriba, se especifica:

- Corriente de diseño del sistema de puesta a tierra: 12 kA

**Observación:** *se entiende como corriente de diseño, la que efectivamente se drena a través de la malla de tierra y jabalinas, esto es, a los efectos del diseño, se debe considerar este valor pleno, sin afectarlo por factores de “split”.*

- Tiempo de despeje de la corriente de diseño: 1 s
- Resistividad del terreno: a ser medida por el Contratista durante el contrato.
- Resistividad de la piedra partida: de no disponerse de datos confiables de la resistividad de la piedra partida húmeda, se asumirá un valor de 3000  $\Omega \cdot m$

Los parámetros de diseño se tendrán en cuenta tanto para el diseño de la red de tierra (malla de tierra y jabalinas), como también para la determinación de la sección de los conductores, tanto de la malla propiamente como de las derivaciones de los equipos o estructuras hacia la malla. Respecto a esto último, aun cuando se duplique la conexión de un equipo o estructura a la malla de tierra, se asumirá que la corriente de diseño circula por una sola de las derivaciones.

## **Consideraciones adicionales para el diseño del sistema de puesta a tierra**

### Caracterización del terreno

A los efectos de conocer la características geoelectricas del terreno, el Contratista deberá realizar mediciones de resistividad, para esto se basará en la norma IEEE-81:2012 “IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance and Earth Surface Potentials of a Grounding Systems” en particular utilizará el método denominado “Four-point”, descrito en la sección 7 de dicha norma.

Elegirá, dentro del terreno, al menos cinco puntos uniformemente espaciados, en cada punto realizará dos procedimientos de medida de resistividad, dispuestos perpendicularmente entre sí. Cada procedimiento constará de al menos 12 lecturas, debiéndose llegar a una distancia entre picas de al menos 32 m.

A los efectos de realizar las mediciones sobre terreno seco, se deberá aguardar al menos una semana sin lluvias.

A partir del promedio de los datos relevados, se obtendrá mediante un software basado en el método analítico descrito en el anexo B de la IEEE Std.81 o en algún otro método reconocido, el modelado del terreno en al menos dos capas. En particular no se considera válido el método gráfico descrito en la IEEE Std. 80.

### Diseño de la red de puesta a tierra

A los efectos del diseño de la red de puesta a tierra el Contratista recurrirá a un

software reconocido por la industria, en particular no se admitirá métodos simplificados, sino que, el software tendrá capacidad de análisis a partir de la geometría real de la malla y sus jabalinas, el modelo del terreno en dos capas y la capa superficial de piedra partida o el piso del edificio.

El software tendrá capacidad del cálculo de los potenciales de toque y de paso que en cualquier punto de la estación cuando se inyecta la corriente de diseño a la red de puesta a tierra. Entre sus funcionalidades deberá contar con la representación en 3D de los potenciales de paso y toque, así como las gráficas del perfil de los mismos en cualquier trazado de la estación.

#### Ensayo de verificación del diseño de la red de puesta a tierra

Antes de la entrada en servicio de la estación el Contratista realizará ensayos de verificación de los potenciales de tierra, paso y toque, bien como medidas para verificar la impedancia de tierra y la continuidad de la red de puesta a tierra. Estos ensayos se harán de acuerdo con la IEEE Std.81 y lo especificado en el capítulo “Montaje electromecánico” de estas Especificaciones.

#### **2.2.2.6 Servicios auxiliares**

El contratista deberá realizar los cálculos para el dimensionado de los cables de baja tensión.

Así mismo será responsable de la realización de las planillas de cableado de interconexión entre paneles y equipos.

Los criterios para el dimensionado de las secciones de los cables de baja tensión para los circuitos de medida, protección, motores, control, etc. se establecen a continuación.

Para los circuitos de medida de corriente la sección mínima a utilizar deberá ser de 6 mm<sup>2</sup>. Para los circuitos de mando o disparo la sección mínima a utilizar deberá ser de 6 mm<sup>2</sup>.

Para el resto de los circuitos la sección mínima deberá ser 2.5 mm<sup>2</sup>.

En el caso de que las cargas sean motores, se deberá considerar la corriente a de arranque de los mismos.

Durante el contrato UTE entregará información sobre la corriente de arranque de los motores de los equipos de potencia así como de las bobinas de apertura y cierre de los disyuntores.

A efectos del cálculo de la sección de los conductores se considerara el cargador de baterías fuera de servicio y la tensión en bornes del banco de baterías 1,82 V/elemento

(94,64 V).

### **2.2.2.7 Compatibilidad electromagnética**

#### **2.2.2.7.1 Canales y ductos**

En los trechos en que esto no sea posible, los trayectos deben alejarse lo máximo posible de los equipos de potencia susceptibles de inyectar corrientes de tierra importantes por efecto de capacidades parásitas (transformadores de corriente y de tensión capacitivos) o por conexiones directas a la malla (pararrayos, neutros de transformadores de potencia).

Deberán instalarse cables de cobre de apantallamiento en la parte superior de los canales, aterrados cada 30 m.

Existirá una segregación física entre cables de control y protección, cables de comunicaciones, y cables de potencia en baja tensión.

Se instalarán también conductores de apantallamiento a cada lado de los bancos de ductos así como bajo el borde superior de las cámaras de inspección.

#### **2.2.2.7.2 Blindaje de cables**

Se blindarán los cables de control, protección, potencia de baja tensión y secundarios de transformadores de medida.

El blindaje será de tipo tubo corrugado de cobre.

El blindaje no podrá ser usado como camino de retorno para el sistema de control.

Los blindajes de cables entre equipos de la playa y entre equipos de playa y edificios se aterrarán en sus dos extremos o en uno solo, de acuerdo a lo que recomiende el Contratista.

Se estudiará la conveniencia de aterrizar en un solo punto los blindajes de cables que unen paneles en el edificio del comando.

#### **2.2.2.7.3 Otros criterios**

Los neutros de los secundarios de los transformadores de corriente se aterrarán en un solo punto, del lado de los paneles en sala de comando, en el mismo punto en que se aterriza el blindaje correspondiente.

Todos los hilos de un circuito deben estar contenidos en el mismo multiconductor o en el mismo par, de usarse pares trenzados (obligatorio para cables de 2,5 mm<sup>2</sup> o menos).

Se estudiará la conveniencia de aterrizar en sus dos puntas los hilos no usados de los multiconductores.

Cuando el diámetro de los hilos lo permita, se usarán conductores trenzados de a pares.

Dentro de lo posible, se deberá segregar la alimentación de potencia en baja tensión de los equipos electrónicos de la correspondiente a equipos electromecánicos susceptibles de provocar perturbaciones.

#### 2.2.2.8 Nivel de cortocircuito de los equipos

El nivel de cortocircuito de los equipos es:

|         |       |          |
|---------|-------|----------|
| 150 kV  | 40 kA | 100 kAcr |
| 63 kV   | 20 kA | 50 kAcr  |
| 31.5 kV | 16 kA | 40 kAcr  |

#### 2.2.2.9 Nomenclatura utilizada

##### 2.2.2.9.1 Código de identificación de las Estaciones

El código de identificación de la Estación precede al número de operación de un equipo de la Estación y sirve para diferenciar el código de operación de equipos de Estaciones diferentes, que tengan el mismo número de operación. Este código también se utilizará para la denominación de los destinos de las líneas.

- Estación Nueva Palmira (NPA).

##### 2.2.2.9.2 Nomenclatura de los equipos de las Estaciones

Los equipos se identificarán con el siguiente código compuesto por letras y/o números:

- los dos primeros identifican el tipo de equipo:
  - 89 seccionador
  - 52 interruptor o disyuntor
  - TI transformador de intensidad
  - TT transformador de tensión
  - D descargador
- La nomenclatura hace referencia a la norma “NO-TRA-DI-1001 Nomenclatura de los Equipos de las Estaciones” la cual se encuentra en la carpeta Anexos.
  - 1 para el seccionador de barra
  - 2 para el seccionador de línea
  - 3 para el seccionador de transferencia o bypass
  - 4 para el seccionador de puesta a tierra

- 5 para el seccionador de salida al Generador o Cliente
- 6 para el seccionador de puesta a tierra de la salida al Generador o Cliente

Como ejemplo, el seccionador 89-4-1 es el seccionador de barras de la sección 4.

#### 2.2.2.9.3 Estación desasistida de operadores

Se debe contemplar en el diseño que la Estación no cuenta con operadores en sitio, por lo que se deberán tener en cuenta los siguientes criterios:

- Existirá un alto grado de automatismo en todas las funciones de control.
- El acceso de personas al área de la Estación debe poder ser monitoreado en forma remota.
- Se suministrarán sistemas automáticos de protección contra incendios para todas las instalaciones vitales. Estos sistemas deberán poder ser monitoreados a distancia.
- Todas las funciones de comando que requieran la acción de un operador deben estar disponibles en forma remota.
- Todos los datos y condiciones de los equipos que requieran inspecciones frecuentes y rutinarias por el operador deberán estar disponibles en forma remota.
- Debe poder monitorearse la temperatura ambiente en forma remota.
- Todas las funciones de medidas de magnitudes analógicas y digitales, alarmas, indicaciones de estado, registros de secuencia de eventos, ajustes ("settings"), supervisión, etc. deben estar disponibles en forma remota.

En los capítulos de especificación de los Sistemas de Control de la Estación se indica más en detalle la aplicación práctica de estos principios al diseño de las instalaciones.

## 2.3 DOCUMENTACION TÉCNICA

### 2.3.1 Generalidades

Se indican en este Capítulo los principales documentos técnicos que el Contratista deberá elaborar como resultado de las actividades de Ingeniería asociadas a las Obras de Trasmisión.

Todos los documentos indicados deberán ser, en principio, sometidos a la aprobación de UTE. Durante la etapa de Contrato UTE decidirá si acepta que algún documento específico sea enviado sólo a efectos informativos.

Los documentos y en especial los planos generados en el contexto del proyecto, quedarán

en propiedad de UTE que podrá disponer de ellos en obras posteriores pero no su comercialización a terceros.

Se solicitará un responsable técnico tanto en el área de la ingeniería electromecánica como en el área de ingeniería civil, los cuales estarán sujetos a aprobación por parte de UTE.

### **2.3.2 Formato de los planos**

Los planos a ser entregados serán de tamaños normalizados por las Normas DIN y deberán presentarse doblados según UNIT:15:2007.

El diseño de los rótulos de los planos será sometido a la aprobación de UTE antes del comienzo de los trabajos y estará de acuerdo a las normalizaciones vigentes en UTE (en caso de existir).

Se deberá indicar claramente el número o letra de revisión asociado a cada plano, así como una síntesis de cada una de las modificaciones que se hayan introducido a la versión original con sus correspondientes fechas.

En cada plano deberán indicarse claramente las correspondientes referencias cruzadas que permitan identificar los otros planos con los que está vinculado.

### **2.3.3 Índice de documentos**

Al comienzo de los trabajos el Contratista someterá a la aprobación de UTE un listado de todos los documentos técnicos que planea elaborar; incluyendo una breve descripción del contenido de cada documento y la fecha estimada de entrega. Como punto de partida de proyecto, se deberá seguir las entregas indicadas en el Capítulo 1.

Periódicamente el Contratista enviará a UTE un listado actualizado de los documentos enviados, con indicación de su estado de aprobación.

### **2.3.4 Estudios de ingeniería**

El Contratista elaborará informes y notas de cálculo vinculados a los estudios de ingeniería descritos en las Especificaciones.

En todos los casos se deberá adjuntar copia de la literatura técnica (artículos, libros, normas, etc.) en la cual se respaldan los estudios citados. Se entregarán también los archivos de datos (en soporte magnético o papel, a convenir) utilizados en los estudios por computadora, con una descripción adjunta que permita interpretarlos en caso de no disponer UTE del programa que permita procesarlos.

### **2.3.5 Proyecto de detalle**

Se indican a continuación los principales documentos a elaborar en la etapa de proyecto de detalle:



#### **2.3.5.1 Generales**

- Lista de símbolos utilizados para identificar los diversos equipos y dispositivos, según Normas IEC o ANSI.
- Planta de ubicación de la Estación y del obrador.
- Urbanización del predio.
- Layout general del puesto de conexión.
- Unifilar general del puesto de conexión.
- Unifilar detallado con indicación de los equipos de medida y protección, especificaciones principales de los equipos de potencia (corriente nominal y de corta duración, poder de corte, etc.), cantidades de cada equipo, etc.

#### **2.3.5.2 Equipos**

- Catálogos.
- Planos de dimensiones con indicación de pesos, detalles de fijación y conexión a otros equipos, ubicación de tuberías, conductos, mecanismos de comando, etc.
- Instrucciones de montaje.
- Listado de las piezas componentes.
- Listado de repuestos para cada equipo.
- Instrucciones de operación y mantenimiento.
- Placa de características.
- Notas de cálculo de la potencia de precisión de los transformadores de medida.
- Protocolos de ensayos.
- Diagramas esquemáticos del sistema de control local de cada equipo.

#### **2.3.5.3 Proyecto electromecánico**

- Plantas y cortes con identificación de los equipos principales, conectores, herrajes, detalles de puesta a tierra, etc.
- Notas de cálculo de verificación de las distancias de aislación y seguridad, y planos indicando dichas distancias.
- Cálculo y planos de blindaje de la instalación a las descargas atmosféricas para la playa de maniobras.
- Medida de resistividad del terreno donde se realizará la instalación.
- Cálculo de la malla de tierra (sección de los conductores, disposición de conductores, potenciales de toque y paso, etc.).

- Diseño de detalle de la malla de tierra.
- Planos y cálculos de iluminación, solamente para la playa de maniobras.
- Planos de canales y ductos.
- Planos de recorrido de los cables de control a lo largo del puesto de conexión.
- Detalle de las estructuras soporte de todos los equipos.
- Lista de materiales.

#### **2.3.5.4 Proyecto civil**

- Cronograma de maniobras previendo indisponibilidad de las instalaciones.
- Proyecto de Movimiento de suelos.
- Plano de nivelación.
- Planta de fundaciones, canales y caminería.
- Plantas, cortes y detalles de canalizaciones, drenaje y desagües pluviales.
- Planos estructurales y dimensionales de bases y soportes de equipos, de pórticos y cuba, bases, vías, fosas y columnas de iluminación según lo que corresponda.
- Planos constructivos y estructurales del Edificio de Comando.
- Memorias de cálculo justificativas.

#### **2.3.5.5 Servicios auxiliares**

- Notas de cálculo para el dimensionado de las secciones de los cables de baja tensión para medida, protección, motores, control, iluminación, etc.
- Notas de cálculo en relación al ajuste y coordinación de los diversos fusibles y/o llaves termomagnéticas y selección de características nominales de diodos.
- Listas de materiales.

#### **2.3.5.6 Documentación de inspección y control de calidad**

Plan de fabricación, control de calidad e inspecciones del Contratista y sus subcontratistas.

- Protocolos de ensayos de tipo, rutina y especiales, de los equipos, hayan sido o no presenciados por Inspectores designados por UTE.

### **2.3.6 Manuales de mantenimiento y operación**

Se entregarán cuatro (4) copias de las versiones preliminares de los manuales de Mantenimiento y de Operación de las Estaciones a efectos de su discusión y aprobación y seis (6) copias de las versiones aprobadas.

El manual de Mantenimiento deberá contener descripciones de cada uno de los

componentes de la instalación, requisitos de seguridad, instrucciones de montaje y mantenimiento de cada uno de los equipos y un juego completo de los planos según obra.

Deberá estar redactado en castellano, aceptándose no obstante la inclusión de catálogos y folletos en inglés.

El manual de Operación deberá incluir una descripción general de las Estaciones, incluyendo los criterios principales de diseño (niveles de aislación, distancias de seguridad, etc.); descripción de los equipamientos de alta tensión, refrigeración y ventilación, protección, control y servicios auxiliares, incluyendo restricciones y procedimientos operativos, interbloqueos, secuencias de control, procedimientos de parada y arranque, alarmas, etc. En particular, el manual deberá indicar claramente las capacidades nominales y de sobrecarga de los elementos principales de la instalación. Este manual deberá estar redactado en castellano.