ET-AT020 Postes de acero para lineas de alta tensión

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

Revisión #:	Entrada en vigencia:
5	19 Noviembre 2024

Esta información ha sido extractada de la plataforma Likinormas de Enel colombia en donde se encuentran las normas y especificaciones técnicas. Consulte siempre la versión actualizada en https://likinormas.enelcol.com.co

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

1. OBJETO

Determinar los requisitos técnicos para el diseño, fabricación, calidad , pruebas y transporte que deben cumplir los postes metálicos autosoportados para líneas de alta tensión .

2. ALCANCE

La presente especificación aplica particularmente para estructuras metálicas tubulares a usarse como elementos de apoyo de redes de alta tensión dentro del sistema eléctrico de Enel Colombia

3. NORMAS APLICABLES

Todos los materiales, procesos y pruebas utilizadas para la fabricación de las partes que conforman los postes deberán cumplir con los requerimientos de la última edición de las normas citadas dentro de este documento:

ASTM	A572
	A36
	A588
	A633 o A871
	A501 o A500
	A615 grado 75 o A572 grado 50
	A325
	A563 DH o A194 grade 2H
	A-123
	A-143
	A-90
	A-153.
ASCE	Design of Steel Transmission Pole Structures ASCE /SEI 48-11
MINISTERIO DEL TRABAJO	Resolución 1409/2012

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

4. SISTEMA DE CALIDAD

El fabricante de los postes deberá poseer certificado de calidad ISO – 9001, para diseño, manufactura, instalación, servicios, inspecciones y pruebas de postes metálicos para uso en transmisión de energía eléctrica.

5. MATERIALES

Todas las partes que conforman el poste deberán estar fabricadas en acero de las siguientes designaciones según las normas ASTM o su equivalente:

- Cuerpo del poste (secciones) : ASTM A572, A588 o A871
- Placas de unión (bridas) y Anclaje : ASTM A36, A572, A588, A633 o A871
- Tubería Rectangular para Escaleras: - ASTM A501 o A500
- **Peldaños de las Escaleras:** - ASTM A36, A572, A588, A871 o A53
- **Brazos :** ASTM A36, A572, A588 o A871
- **Pernos de Anclaje:** ASTM A615 grado 75 o ASTM A572 grado 50
- Pernos utilizados para conexiones: ASTM A325, A563 DH o A194 grade 2H

La forma del cuerpo podrá ser cónica o cilíndrica. El cuerpo de los postes podrá ser fabricado con tubos laminados sin costura o simplemente lámina de acero doblada (forma poligonal), cuya unión deberá hacerse mediante soldadura.

El material de acero utilizado que se debe galvanizar debe ser comprado con un contenido máximo de Silicio de 0.06 %.

6. FABRICACIÓN

El proceso de fabricación de los postes deberá estar ajustado a lo indicado en el manual de calidad del fabricante.

El proveedor debe suministrar el manual de instalación y mantenimiento del producto en idioma español, en donde se indiquen los torques sugeridos para cada tipo de perno y/o referencia que forme parte de la estructura, tolerancias de alineación y espaciamiento de bridas y tolerancias en la desalineación del eje central una vez montado el poste. Indicar o sugerir el orden secuencial de apriete de los pernos. Las tolerancias de la fabricación deberán estar indicadas en dicho manual.

Todas las soldaduras se realizarán de acuerdo con el código de soldadura AWS D1.1, última edición y los soldadores deben estar calificados de acuerdo con el procedimiento de soldadura a utilizar.

Una vez finalizados los pases de presentación de la soldadura, previa actividad del galvanizado de las piezas, se debe ejecutar la limpieza al 100% de toda la escoria generada durante la soldadura.

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

Finalmente, la calidad y la aceptación de las soldaduras, deberá ser demostrada con las pruebas que apliquen.

En aquellos casos en que se exige un 100% de penetración, se deberán llevar a cabo obligatoriamente pruebas de ultrasonido y las soldaduras que no sean de penetración total, se determinará mediante inspección visual, complementada con inspección por partículas magnéticas, ultrasonido o con tintas penetrantes.

Particularmente, para la sección inferior de cada referencia a suministrar, las soldaduras circunferenciales y longitudinales tendrán un 100% de inspección por ultrasonido.

Ninguna de las soldaduras realizadas, puede presentar algún tipo de fisura en su interior o exterior.

7. GALVANIZACIÓN

Los postes deben ser galvanizados de acuerdo con las normas ASTM-A 123; cada elemento estructural debe ser tratado por medio de un proceso de desengrase, lavado y secado antes de ser galvanizado en una cuba de inmersión de baño de zinc.

Los pernos de Anclaje, tuercas, arandelas, tornillos, y escaleras deberán ser galvanizados en su totalidad.

Los espesores mínimos de la capa de zinc deben corresponder a un depósito en masa de 500 gr/m2 en ambas caras interior y exterior.

Adicionalmente, la adherencia, fragilidad y peso de la capa de zinc debe ser probada de acuerdo con los procedimientos estipulados en las normas ASTM A-123, ASTM A-143 y ASTM A-90 respectivamente.

No se acepta el galvanizado por doble inmersión. La capa de galvanizado debe ser uniforme, lisa y continua sin deformaciones, burbujas, gotas o rugosidades en la superficie y/o bordes.

Los herrajes suministrados junto con los postes deberán ser galvanizados de acuerdo con las especificaciones ASTM A-153.

8. REQUISITOS PARA EL DISEÑO

8.1 GENERALIDADES

Los postes deberán ser diseñados para soportar la manipulación, el transporte y las cargas de montaje, sin presentar falla, deformación permanente o daño.

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

Los postes deben ser diseñados para soportar las fuerzas y las condiciones de carga definidas en el **Anexo 1. Árbol de Cargas Postes Metálicos Normalizados de Enel Colombia.**

El diseño aplicado y los tipos de materiales usados en los postes deberán cumplir con los lineamientos y requerimientos del manual: Design of Steel Transmission Pole Structures, ASCE/SEI 48-11 o la versión más actualizada.

Para el diseño de los postes se deberán aplicar métodos de análisis elásticos y de estabilidad que incluyan los efectos de las deflexiones del poste. Para lo cual el fabricante deberá aplicar un software de diseño estructural debidamente certificado.

Todos los postes deberán ser estructuras monolíticas auto soportadas.

Las estructuras deberán soportar las cargas de diseño (cargas de trabajo con factores de sobrecarga), sin sufrir deformaciones permanentes. Por lo tanto, se deberán presentar las respectivas memorias de cálculo que soporten este requerimiento.

8.2 DEFLEXIONES PERMITIDAS

Las deflexiones en los postes deben ser estudiadas por el fabricante para cumplir con las siguientes limitaciones:

Postes de Suspensión: Condición normal con cargas de trabajo (todos los conductores y cable de guarda intactos), la deflexión máxima permitida en la parte superior del poste con respecto a su vertical será máximo de **2.0%** la longitud libre del poste respecto al terreno.

Postes de Retención: Condición normal con cargas de trabajo (todos los conductores y cable de guarda intactos), la deflexión máxima permitida en la parte superior del poste con respecto a su vertical será máximo de **2.5%**, la longitud libre del poste respecto al terreno.

Dentro de las memorias de cálculo estructural se deberán presentar obligatoriamente los siguientes datos para cada tipo de poste:

- Deflexión presentada para la condición normal con cargas de trabajo.
- Deflexión presentada para la condición normal con cargas de trabajo, descontando la carga de viento (incluida la calculada sobre el poste).
- Deflexión presentada para la condición anormal con cargas de trabajo.
- Deflexión presentada para la condición normal con cargas de diseño.
- Deflexión presentada para la condición anormal con cargas de diseño.
- Valores de corrección a aplicar en la posición de la base del poste (cuando aplique) para lograr la verticalidad total de la estructura con cargas de trabajo en condición normal sin carga de viento.

El diseño se debe mantener invariable durante todo el proceso de fabricación a menos que las modificaciones y/o variaciones propuestas mejoren su calidad y se encuentren aprobadas por Enel

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

Colombia.

Los postes deben ser diseñados a prueba de humedad. El agua no debe penetrar a los postes una vez sean ensamblados y montados.

8.3 DIMENSIONES

Las dimensiones generales de los postes deben ajustarse a las indicadas en el **Anexo 2. Silueta de los postes**

Los diámetros máximos aceptados para el cuerpo de los postes serán los siguientes:

TIPO	Diámetro (cm) del poste en el extremo Inferior (Diámetro total con placa base)	Diámetro(cm) en el Extremo Inferior (directamente embebido)	Diámetro (cm) en el Extremo Superior
SUSPENSION	70 (100)	70	35
RETENCION < 45 °	100 (130)	100	40
RETENCION >= 45 °	120 (150)	120	50

Las siguientes son las tolerancias aceptadas para las dimensiones en los procesos de fabricación:

Hasta un máximo de + 0.5 cm en la dirección longitudinal.

Hasta un máximo de +/- 1 % en el diámetro del extremo inferior.

Hasta un máximo de +/- 1% en el diámetro del extremo superior.

8.4 SECCIONES DEL POSTE

Cada poste deberá ser fabricado con tres secciones, la unión de estas secciones deberá ser mediante **placas (bridas)** sujetadas con pernos.

La longitud máxima de las secciones no podrá superar los 12 mt (40 pies).

No se deberán presentar irregularidades que pudieran resultar como defecto de contacto con otras secciones durante el ensamble final del poste.

Cada sección del poste incluyendo los brazos, deberán tener una platina soldada que indique el número de sección y el tipo de poste al que pertenece (debe ser legible aún con galvanizado), con el objetivo de facilitar su montaje o posterior almacenamiento.

Los postes de suspensión y retención deberán diseñarse del tipo placa base para permitir

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

mediante pernos de anclaje la unión del poste con la fundación.

Los pernos de anclaje deben ser corrugados en la parte donde no sean roscados y deberán ser provistos con tuercas de nivelación, tuercas de sujeción y contratuercas. Estas tuercas deberán estar marcadas con el tipo de poste y consecutivo para la identificación.

Cada poste deberá ser provisto de dos plantillas para la localización de pernos de fundación

En los casos particulares que Enel Colombia lo solicite, los postes de suspensión o retención podrán ser del tipo embebido. Este tipo de postes deberá estar proviso de una manga de protección o camisa de refuerzo de 600 mm de altura y 5mm de espesor, que sobresalga 300mm de la línea del terreno.

Para postes embebidos la longitud de empotramiento deberá cumplir con la siguiente formula:

$$H1 = 0,1\ H + 0,60\ (m)$$

H1 = longitud de empotramiento (m). H = longitud total del poste (m).

En caso de que el fabricante considere necesaria otra longitud, esta debe ser especificada.

Adicional y también en caso en que Enel Colombia lo solicite se diseñaran postes para transición de circuitos aéreo – subterráneo, el cual deberá estar provisto de soportes, accesorios herrajes para la sujeción y soporte de cableado para la conexión a las terminales.

CONEXIÓN A LAS CADENAS DE AISLAMIENTO

En general los postes deberán ser diseñados con **brazos metálicos** los cuales deben ser considerados como una parte integral de la estructura del poste.

Todos los postes de suspensión o retención deberán estar provistos en sus brazos de las respectivas platinas de conexión que permitan la sujeción de cadenas de aislamiento en posición de vertical y horizontal.

Las uniones entre los postes y los brazos deben ser del tipo pernado con un diseño que permita su desmontaje. individual. Los brazos deben tener un diseño que no permita la acumulación de humedad por agua lluvia. Adicionalmente se deber instalar omegas rectangulares de acero redondo de 16 mm de diámetro, instalando dos a 40 cm del extremo del brazo.

En algunos casos, Enel Colombia solicitará los postes de suspensión sin brazos. Por lo tanto, el proveedor deberá realizar las perforaciones y suministrar los respectivos pernos con accesorios que permitan la conexión de aisladores de suspensión tipo Line Post.

Las partes del poste deberán tener una marca de identificación con nombre y número de consecutivo sobre relieve acorde a los planos de montaje. Esta marca se deberá estampar previo al galvanizado y la marcación debe ser legible.

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

CONEXIÓN A LAS CADENAS DE AISLAMIENTO

En general los postes deberán ser diseñados con **brazos metálicos** los cuales deben ser considerados como una parte integral de la estructura del poste.

Todos los postes de suspensión o retención deberán estar provistos en sus brazos de las respectivas platinas de conexión que permitan la sujeción de cadenas de aislamiento en posición de vertical y horizontal.

Las uniones entre los postes y los brazos deben ser del tipo pernado con un diseño que permita su desmontaje individual. Los brazos deben tener un diseño que no permita la acumulación de humedad por agua lluvia. Adicionalmente se deber instalar omegas rectangulares de acero redondo de 16 mm de diámetro, instalando dos a 40 cm del extremo del brazo.

En algunos casos, Codensa solicitará los postes de suspensión sin brazos. Por lo tanto el proveedor deberá realizar las perforaciones y suministrar los respectivos pernos con accesorios que permitan la conexión de aisladores de suspensión tipo Line Post.

Las partes del poste deberán tener una marca de identificación con nombre y número de consecutivo sobre relieve acorde a los planos de montaje. Esta marca se deberá estampar previo al galvanizado y la marcación debe ser legible.

8.5 ACCESORIOS

- ·Todos los postes se deben suministrar con escaleras desmontables provistas de una tuerca de seguridad de características iguales a las mostradas en el **Anexo No 4 Detalle de Escalera.**

Las escaleras o peldaños deberán estar ubicadas a partir de los tres (3) metros sobre el nivel de la placa base.

- Los postes deberá suministrarse con **dos conectores de puesta a tierra**, uno en la parte superior del poste que permita la conexión a la estructura de un cable del cable de guarda ACSR de rango de 8 a 16 mm. de diámetro. El otro conector deberá estar ubicada a una distancia aproximada de 10 cm por encima del nivel de la placa base del poste que permita la conexión de a la estructura de un conductor de cobre calibre 2/0 AWG.
- Los postes para suspensión y retención deberán tener los accesorios necesarios que permitan la sujeción del cable de guarda estos accesorios deberán ser similares a los indicados en el **Anexo 5 Detalle de sujeción del cable de guarda.**

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

9. ARBOLES DE CARGA

9.1 FACTORES DE SOBRECARGA

Las cargas mostradas en el **Anexo 1** en Kilo Newtons ya incluyen los siguientes factores de sobrecarga:

- **1.65** para cargas de viento transversales en suspensiones.

- **2.00** para cargas de viento transversales en retenciones

- **1.20** para cargas longitudinales.

- **1.40** para cargas de ángulo (marcadas con *).

- **1.10** para cargas verticales, excepto el peso del poste cuyo factor será de 1.00.

Para el cálculo de cargas de viento sobre el poste, se calculó de acuerdo con la ASCE 74-2020 con una presión de viento que depende de la altura sobre el nivel de mar, la temperatura coincidente y la altura efectiva de los conductores

9.2 SILUETAS Y ÁRBOLES DE CARGAS POSTES NORMALIZADOS

En el **Anexo 2 Siluetas de los postes**, se definen las siluetas y las hipótesis de **cargas de trabajo en kilo newtons**. Para los postes normalizados de Enel Colombia.

Para el cálculo de cargas de viento sobre el poste, se calculó de acuerdo con la ASCE 74-2020 con una presión de viento que depende de la altura sobre el nivel de mar, la temperatura coincidente y la altura efectiva de los conductores.

10. MARCACIÓN

Todos los postes deben llevar impreso en una lámina de acero inoxidable, a una altura de dos metros (2.0 m.) de la línea de empotramiento, en forma visible la siguiente información:

1. **Empresa Distribuidora**
2. **Nombre o marca del fabricante**
3. **Número de Contrato**
4. **Fecha: Mes y año de fabricación**
5. **Código material y tipo de poste.** **Ejemplo: “231028; Metal”.**
6. **Altura total.**
7. **Designación de Postes.** **Ejemplo: “S- 27m-1000 kN-m”**
8. **Altura libre y peso del poste**
9. **Reacciones en Base (Momento, Cortante, Vertical)**

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

Cada sección del poste incluyendo los brazos, deberán tener una platina soldada que indique el número de sección y el numero único el tipo de poste al que pertenece (debe ser legible aún con galvanizado), con el objetivo de facilitar su montaje o posterior almacenamiento.

11. PRUEBAS

El fabricante deberá realizar y presentar los protocolos de pruebas de la calidad de las materias primas adjuntando los certificados de calidad del acero, galvanizado y soldaduras, junto con la conformidad de los postes en cuanto a dimensiones y rangos de deflexión permitidos en esta especificación.

11.1 Pruebas de aceptación.

Se realizará un muestreo al 100% del lote a suministrar del numeral 11.1. Si no hay presencia del personal de Enel Colombia el fabricante deberá suministrar los protocolos de dichas pruebas para validación de Enel Colombia.

Los protocolos de inspección del proveedor deben incluir la revisión de cada uno de los requisitos definidos en los defectos críticos y las pruebas requeridas en el presente numeral.

- **Inspección visual**

Se realizará al 100% de la soldadura en todas las referencias a suministrar, revisión de la presencia de los defectos críticos, marcación de casa sección y accesorios, perforaciones de bridas, estado de la materia prima, validación de accesorios y elementos de montaje.

Se deberá garantizar la perpendicularidad de la brida con el cuerpo de cada sección con el eje teórico central, el cual debe estar alineado con las tolerancias del fabricante en los planos aprobados.

Así mismo garantizar el paralelismo de las bridas de cada sección, el cual debe estar alineado con las tolerancias del fabricante en los planos aprobados y que las caras de las bridas sean totalmente planas, como corresponde a un tipo FF.

El material no debe presentar defectos superficiales tales como pliegues, sopladuras, burbujas, poros, grietas, rechupe, excesiva rebaba, exfoliadoras, ampolladuras, raspaduras y delaminación u otros defectos no presentes en este listado, pero identificados durante la inspección que puedan afectar la vida útil del producto

- **Verificación dimensional**

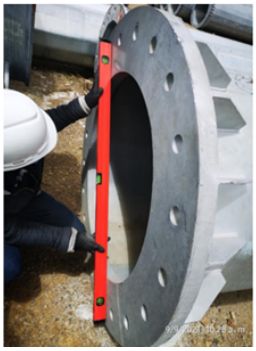
Se verificarán espesores de materia prima, se validarán características de las bridas como las perforaciones y rating, dimensiones de los accesorios y secciones. El proveedor debe realizar la verificación de la perpendicularidad de la brida con el cuerpo de la sección y realizar la medición de todas

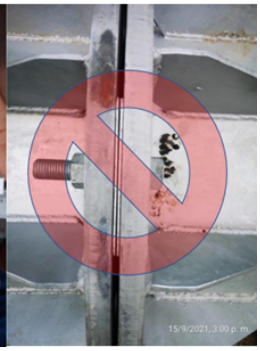
-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

las variables indicadas en los planos aprobados por referencia.

- **Proceso para garantizar las condiciones de producto, durante la recepción del material en las instalaciones del fabricante, a todos los postes a suministrar.**

1. El proveedor durante el proceso de fabricación debe verificar la perpendicularidad de la brida y el cuerpo del poste dejando registros de la medición.
2. Se debe verificar el paralelismo de las bridas y el nivel de planicidad de las caras, garantizado la no existencia de deformaciones acorde al siguiente procedimiento sugerido:



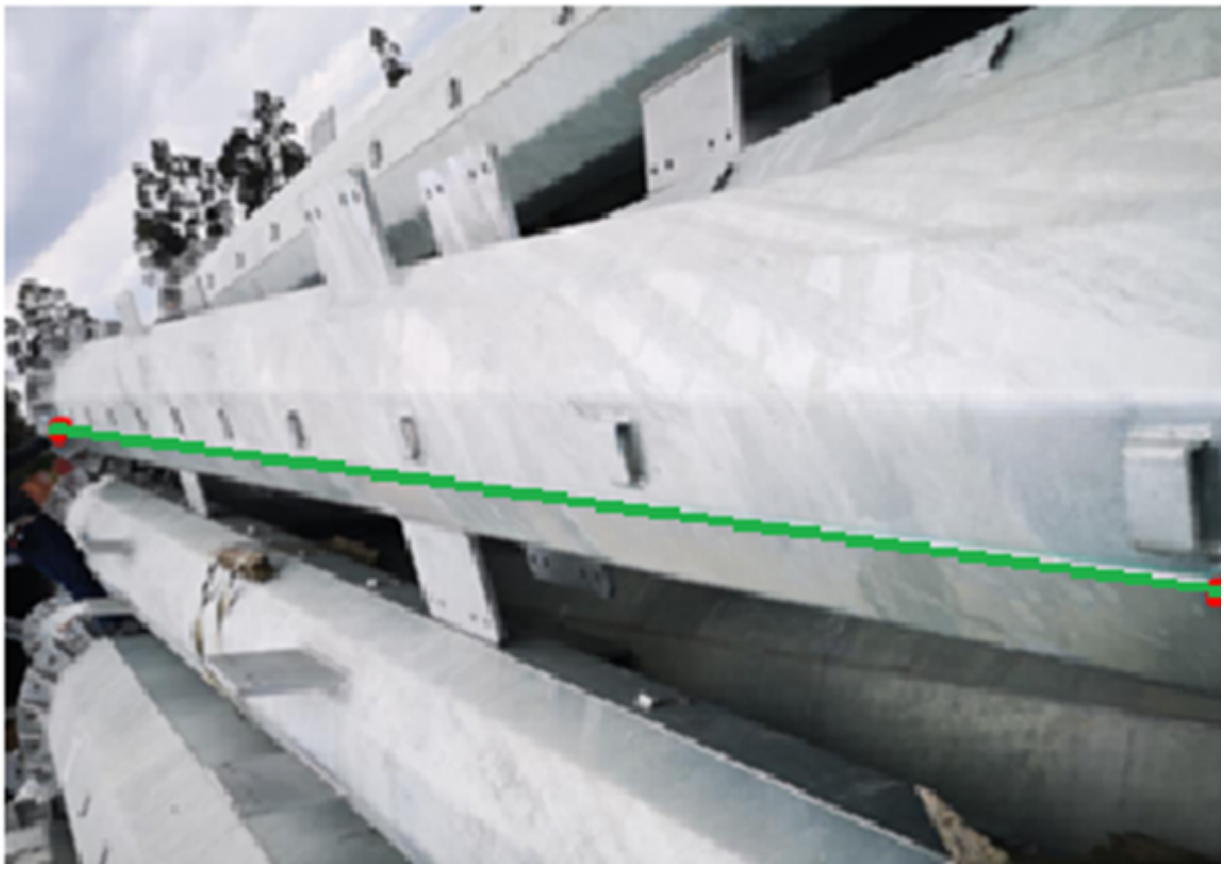


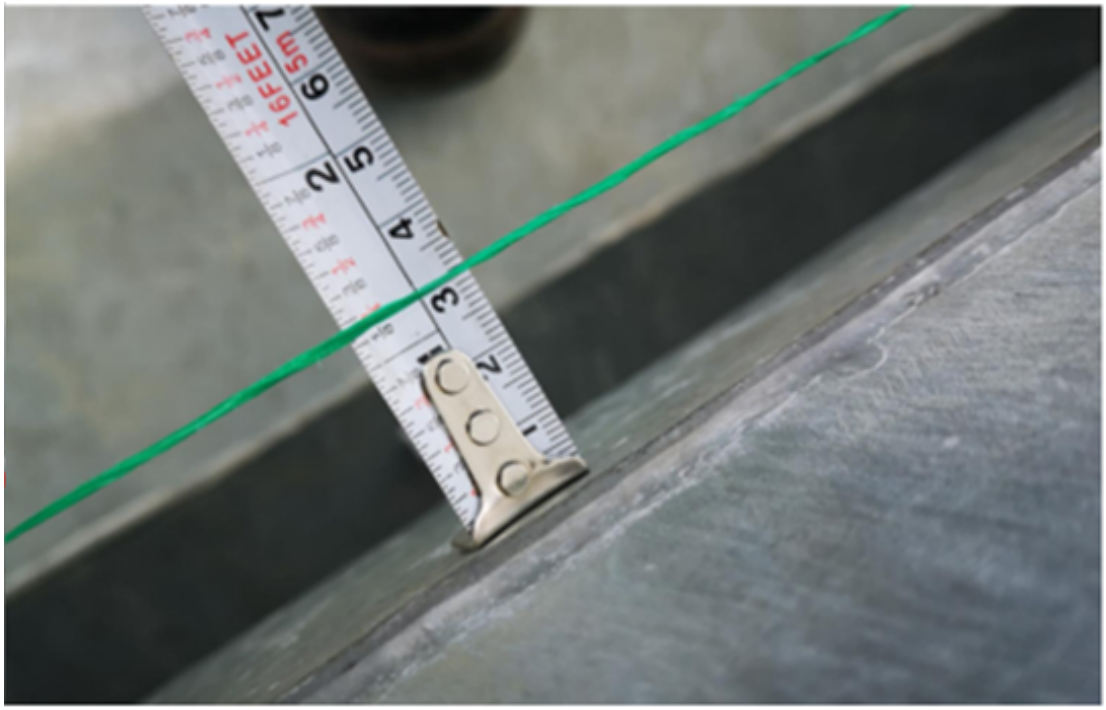
Para lo anterior, debe dejar registros de la verificación, teniendo en cuenta, que se acepta una tolerancia máxima de +/- 1 mm, teniendo claridad de que **NO se permite el uso de platinas de alineamiento para el montaje en Colombia**

3. El proveedor deberá garantizar que los cuerpos de las secciones no presenten pandeo alguno y deberá dejar registros de la verificación con el siguiente procedimiento sugerido:

Tomando una cuerda y estirándola a lo largo de los puntos en rojo, no se debe presentar pandeo acorde a la medición realizada

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.





-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

4. El proveedor deberá dejar registro, de la verificación de la alineación vertical-horizontal de todos los brazos por referencia, acorde a su procedimiento interno.

5. Los registros de control generados en los puntos 1), 2), 3) y 4) realizados al 100% de las secciones de todas las referencias, deberán ser presentados al Representante ENEL, quien validará los resultados con el acompañamiento del fabricante y la información será suministrada como parte del Dossier de fabricación.

Los anteriores puntos de control que se gestionarán por parte del Fabricante durante el proceso de producción buscan reducir el riesgo de obtener un producto con desviaciones al llegar a Colombia, pero en ningún momento exoneran al fabricante de su responsabilidad frente a su calidad, garantía y posibles desviaciones que se presenten a la llegada al proyecto.

- **Verificación galvanizado**

Se realizará verificación del galvanizado al 100% de las referencias a suministrar, revisando que no existan zonas pendientes por revestimiento. Así mismo, se verificará en el producto final, la rectificación de los acabados del galvanizado en las perforaciones y elementos roscado.

- **Ensayos no destructivos soldadura**
- En la sección inferior de cada referencia para todo el suministro, las soldaduras circunferenciales y longitudinales serán inspeccionadas al 100% en su longitud y cantidad total con ultrasonido.
- Las soldaduras que posean un 100% de penetración en todas las referencias, se deberán llevar a cabo obligatoriamente pruebas de ultrasonido como mínimo al 40% de la longitud total de cada soldadura.
- Las soldaduras que no sean de penetración total serán evaluadas mediante inspección visual al 100%, complementada con inspección por partículas magnéticas, ultrasonido o con tintas penetrantes como mínimo al 30% de la longitud total de cada soldadura.

Se considerarán defectos críticos objeto de rechazo de los postes por las siguientes causas:

- Imposibilidad de realizar el armado del poste.
- No perpendicularidad de la brida y cuerpo de la sección, acorde a las tolerancias definidas por el fabricante.
- No paralelismo de las bridas de una misma sección,
- Recubrimiento menor que el especificado o zonas que no presenten galvanizado.
- Desprendimiento del revestimiento de galvanizado debido a la no limpieza de la escoria en los cordones de soldadura.
- Grietas transversales o longitudinales presentes en la soldadura y metal base.
- Ranuras longitudinales muy amplias y profundas
- El incumplimiento de las tolerancias especificadas para las secciones, brazos y accesorios.
- Perforaciones con el eje desviado respecto a su posición teórica, taponadas o de diámetro inferior al especificado.
- Superficie del poste con rugosidades pronunciadas, burbujas en cantidad exagerada, presencia de pitting o corrosión en la materia prima.

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

- Espesores de materia prima inferiores a lo definido en los planos de diseño aprobados.
- Elementos bridados con características técnicas diferentes a los planos de diseño aprobados.
- Accesorios incompletos como no suministro de la línea de vida y sus respectivos accesorios.
- Elementos de acero doblados o deformados o fabricados incorrectamente.
- Soldaduras incompletas acorde a los planos de diseño aprobados por la UOAT.
- No realizar marcación individual de las secciones y brazos del producto.

12. EMBALAJE Y TRANSPORTE

Cada envío deberá ir acompañado de una lista de materiales que identifique el tipo y número de poste, de igual forma los brazos, accesorios (escaleras, línea de vida) y elementos de conexión (tornillos tuercas y pernos), deberán ir identificados según la lista y referenciados al poste que correspondan.

Todos los elementos a enviar deberán ser empacados adecuadamente de tal forma que se protejan adecuadamente para resistir las operaciones de embarque, desembarque y transporte. En el caso de los accesorios, aunque pueden paletizarse en conjunto, debe garantizarse un empaque individual de los accesorios por poste (en cajas o empaque similar) para facilitar su despacho.

Estas marcas deberán ser resistentes a la intemperie y a condiciones anormales durante el transporte y almacenaje.

Los embalajes deberán tener un diseño que permita su manipulación con vehículo montacargas o con grúa. Cada embalaje deberá ser marcado claramente indicando el contenido, el nombre del comprador y el número de la orden de compra, claramente visible, en una tarjeta dentro de un bolsillo plástico externo que resista el clima, el transporte y manejo

13. PROVISIÓN BÁSICA

El suministro comprende:

· La provisión de postes de suspensión o retención incluidos, brazos, herrajes, accesorios, escaleras, pernos de conexión, pernos de anclaje, plantillas de pernos y línea de vida (sistema antiácidas) en las cantidades solicitadas.

· El costo de las pruebas de los postes e inspección de las mismos, incluyendo la provisión del material complementario, equipos, instrumentos y mano de obra necesaria.

· Embalaje de cada uno de los componentes, en forma adecuada para el transporte y almacenamiento.

· Un kit de reparación de galvanizado en frío

· Transporte en condición FOB, CIF, o DDP de acuerdo con el requerimiento de Enel Colombia.

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

· Copias duras y digitales de las instrucciones de montaje en idioma español, memorias de cálculo, planos de detalle y protocolos de ensayos realizados.

14. INFORMACIÓN TÉCNICA

14.1 INFORMACIÓN PARA LA OFERTA TÉCNICA

Cada oferente deberá entregar la información solicitada a continuación y cualquier otra que estime necesaria sobre su producto.

- **El proveedor debe demostrar el cumplimiento del RETIE mediante Certificado de Conformidad de Producto, expedido por un organismo de certificación acreditado por el ONAC** y mantenerlo vigente durante la duración del contrato.
- Características Técnicas Garantizadas completas y firmadas; según planilla mostrada en el **Anexo 6 Tablas de Características Técnicas Garantizadas.**
- **Memorias de cálculo generales de los postes que permitan la verificación de cumplimiento de dimensiones, deflexiones y tipos de materiales usados.**
- Planos preliminares de cada poste mostrando las dimensiones generales y detalles de las uniones de las secciones, los brazos y escaleras a suministrar, las dimensiones, características y cantidades preliminares de pernos a utilizar.
- Listado de las pruebas de Inspección a realizar.
- Certificados de los materiales utilizados en los postes.
- Certificado de calidad del proceso de soldadura.
- Certificado de Calidad ISO 9001, junto con su manual de calidad
- Listado de provisiones realizadas en los últimos 5 años, para postes similares a los ofertados.
- Copias de protocolos de pruebas de inspección realizadas a postes similares a los ofertados.
- Plazo de entrega, con cronograma preliminar de fabricación e inspecciones. El oferente debe incluir un tiempo de 15 días calendario para aprobación por parte de Enel Colombia de los planos y memorias de Diseño.

Toda la información anteriormente solicitada es de obligatorio cumplimiento cualquier omisión en la información solicitada podrá ser causal de rechazo de la oferta.

Todas las unidades utilizadas deberán ser de acuerdo con el sistema métrico internacional.

ENEL COLOMBIA, se reserva el derecho de rechazar cualquier oferta si las referencias e información suministrada no son suficientes para demostrar por parte del oferente una adecuada capacidad y experiencia en el tipo del producto ofrecido.

La empresa si lo requiere podrá solicitar información adicional, para lograr una adecuada evaluación técnica de las ofertas.

El oferente deberá indicar claramente todas las desviaciones o alternativas que presenta su oferta con respecto a esta especificación.

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

14.2 INFORMACIÓN PARA APROBACIÓN DEL CLIENTE

En un plazo no superior a 30 días calendario a partir de la fecha de colocación de la orden de compra el fabricante deberá entregar para aprobación de Enel Colombia en medio duro

· Cronograma detallado de las fases de fabricación, pruebas y entrega.

· Copias de normas aplicadas al diseño, fabricación e inspecciones

· Listado definitivo de pruebas de inspección

· Planos de detalle con despiece de todos los elementos y accesorios que constituyen las estructuras.

· Memorias de cálculos detallada de los postes y sus elementos conforme a los requerimientos de la especificación (cuerpo, placas base y de unión, pernos de unión, de anclaje, escaleras y accesorios de línea de vida).

Todo el proceso de aprobación de planos y documentos técnicos deberá estar terminado en un plazo máximo de 45 días a contar de la fecha de colocación de la Orden de Compra, y cualquier retraso eventual en alguna de sus actividades no deberá afectar en modo alguno el plazo final de entrega.

Durante el proceso de fabricación, el Cliente debe ser informado si se producen modificaciones a los diseños aprobados, debido a condiciones imprevistas.

14.3 DISEÑOS APROBADOS MANUALES DE INSTRUCCIÓN E INFORMACIÓN FINAL CERTIFICADA

El proveedor deberá entregar con los postes un informe en copia dura y digital de:

- Planos detalle de los postes que debe contener
- Silueta general de poste con dimensiones en altura, ancho, diámetros exterior e interior de cada sección del poste y centro de gravedad de las secciones.
- Estructura del poste con todas las partes que lo conforman con marcación o numeración.
- Referencia de la dirección sobre la bisectriz del ángulo de deflexión.
- Detalles y cortes o vistas necesarios para identificar las conexiones.
- Detalle de cada elemento del poste, indicando marcación o numeración, características, dimensiones, ubicación de perforaciones cortes y dobleces
- Longitudes, diámetros y cantidades de tornillos.
- Cuadro de cada elemento identificado o numerado con el peso.
- Reacciones a nivel de cimentación que gobiernan el diseño.
- Tipo de material
- Memorias de calculo
- Protocolos de inspección y de calidad de las materias primas
- Guía de instalación de postes y manual de mantenimiento en idioma español, en donde se indiquen los torques sugeridos para cada tipo de perno y/o referencia que forme parte de la estructura, tolerancias de alineación y espaciamiento de bridas y tolerancias en la desalineación del eje

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

central. Indicar o sugerir el orden secuencial de apriete de los pernos y recomendar la metodología adecuada para realizar el Izaje.

Debe dar claridad si es posible intercambiar secciones con postes de la misma referencia y brindar un listado de indicaciones claras para los casos en donde no se pueda realizar el montaje (Ejemplo: desalineación del poste y bridas).

- Después de instalado, el anclaje fijo para trabajo en altura debe ser certificado 100% por una persona calificada a través de la metodología probada por autoridades nacionales o internacionales reconocidas

15. RESPONSABILIDAD DEL FABRICANTE

La aprobación de cualquier diseño por parte del Cliente, no exime al fabricante de su plena responsabilidad en cuanto al diseño y funcionamiento correcto de la estructura suministrada.

16. GARANTÍAS

Los postes, así como sus componentes y accesorios, deben ser cubiertos por una garantía respecto a cualquier defecto de fabricación, por un plazo de 3 años a contar de la fecha de entrega.

Si durante el período de garantía se presentan defectos frecuentes, Enel Colombia podrá exigir el reemplazo de esas piezas en todas las unidades del suministro, sin costo para él. A las piezas de reemplazo se les aplicará nuevamente el plazo de garantía.

17. ANEXO 1. ÁRBOL DE CARGAS DE TRABAJO POSTES METÁLICOS DOBLE CIRCUITO 115 kV

Consideraciones para el cálculo de árboles de carga:

1. Para el cálculo de las cargas de viento sobre el poste, se calculó de acuerdo con la ASCE 74-2020 con una presión de viento que depende de la altura sobre el nivel del mar, la temperatura coincidente y la altura efectiva de los conductores.
2. P.P es el peso propio del poste.
3. Las cargas transversales deben ser aplicadas en el sentido indicado y en el sentido opuesto.
4. Las cargas del conductor roto deben ser consideradas actuando en cualquiera de las posiciones del conductor.
5. Para la condición de montaje y tendido, las cargas encerradas corresponden a tendido y el resto a

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

montaje. las cargas de tendido se deben considerar en cualquiera de las fases.

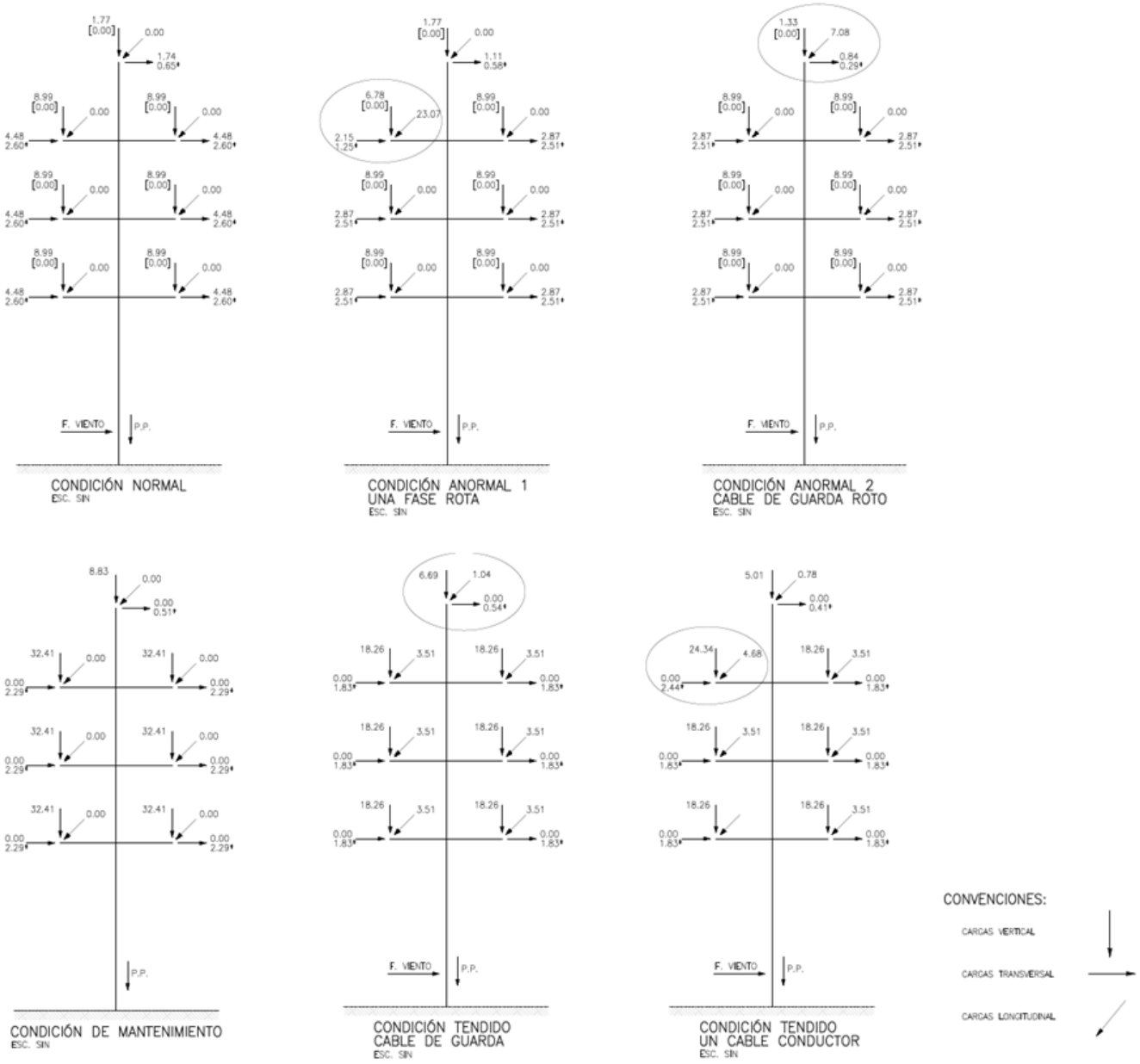
6. Las cargas de tendido y amarre deben considerarse de forma balanceada teniendo en cuenta la maniobra de tendido que se debe realizar de a una fase a la vez iniciando en la fase superior hasta la fase inferior.
7. La carga vertical debida al vano peso mínimo de diseño se indica entre paréntesis [ ].
8. No se presentan las curvas de utilización debido a que se obtuvieron a partir de envolventes. Se presenta en la memoria 1058-039-lt-m-007 memoria de cálculos de árboles de carga para cada tipo de estructura y optimización de curvas de utilización.
9. Para el intervalo de 0 a 45 grados de ángulo de flexión de debe utilizar el par de brazos de 2.50m, para el intervalo de 45 a 60 grados de ángulo de flexión de debe utilizar el par de brazos de 2.50m - 2.80m y para el intervalo de 60 a 90 grados de ángulo de flexión de debe utilizar el par de brazos de 2.50m - 3.10m.

10. En la siguiente tabla se consignan las condiciones de diseño para cada una de las estructuras.

							CONDUCTOR					**GUARDA**
CÓDIGO DEL MATERIAL	**TIPO DE POSTE**	**VANO VIENTO (m)**	**VANO PESO MAX (m)**	**VANA PESO MIN (m)**	**ÁNGULO (°)**	**CAPACIDAD EN BASE (kN-m)**	**ACSR 605**	**AAAC 315**	**ACCC LISBONE**	**ACSR 824**	**AAAC 681**	**OPGW**
231028	S-1000	200	300	0	4	1000	X	X	X	X	X	X
231088	R-1400	200	300	-150	10	1400	X	X	X			X
231048	R-2400	200	300	-150	10	2400				X	X	X
					30		X	X	X			X
231064	R-3800	200	350	-150	30	3800	X	X	X	X	X	X
231049	R-5000	200	400	-150	45	5000	X	X	X	X	X	X
231065	R-6000	200	450	-150	60	6000				X	X	X
231050	RT-8000	200	500	-150	90	8000				X	X	X

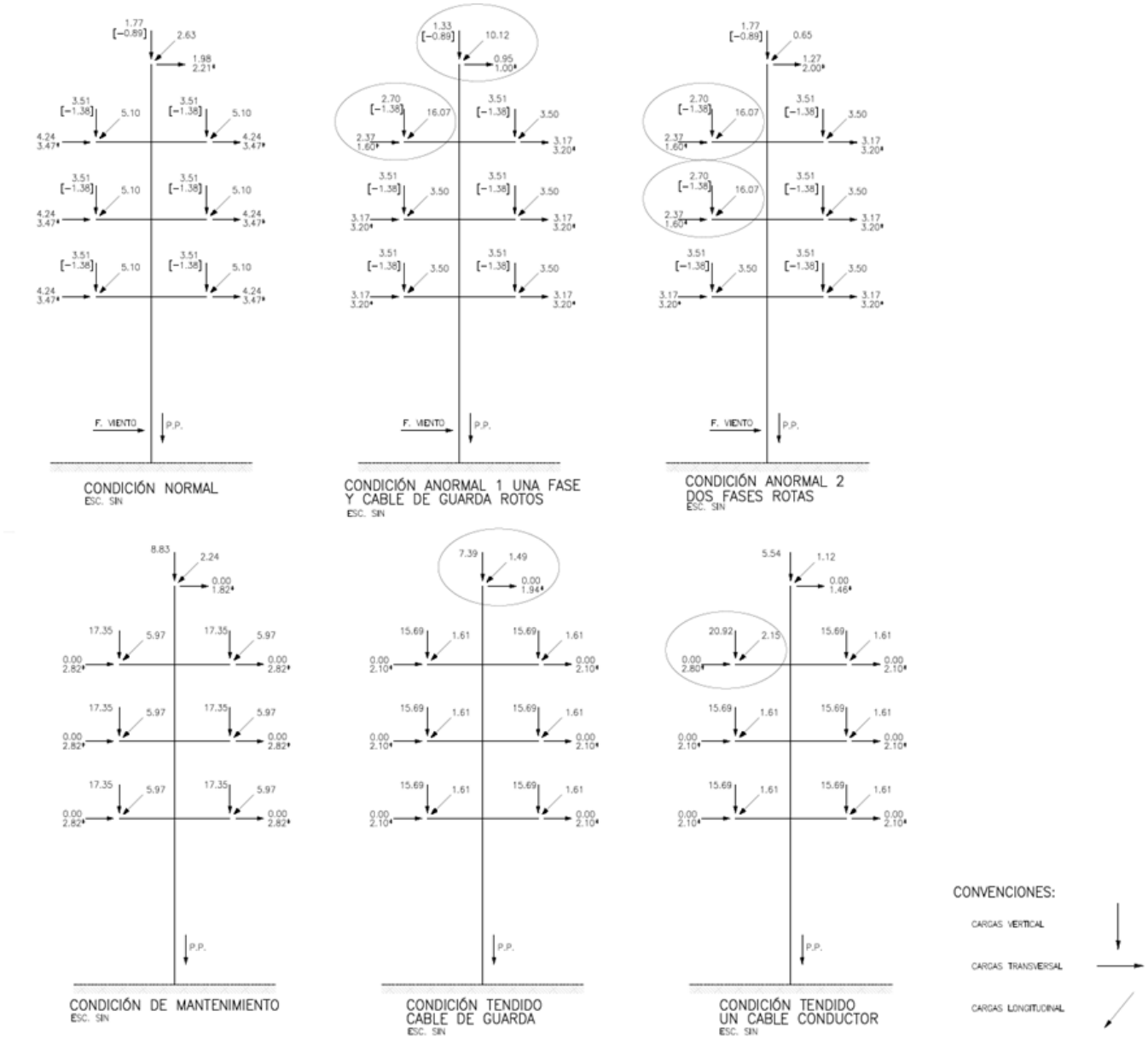
1. 1 **Postes de suspensión 27m. S (1000 kN-m). (4˚)**

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.



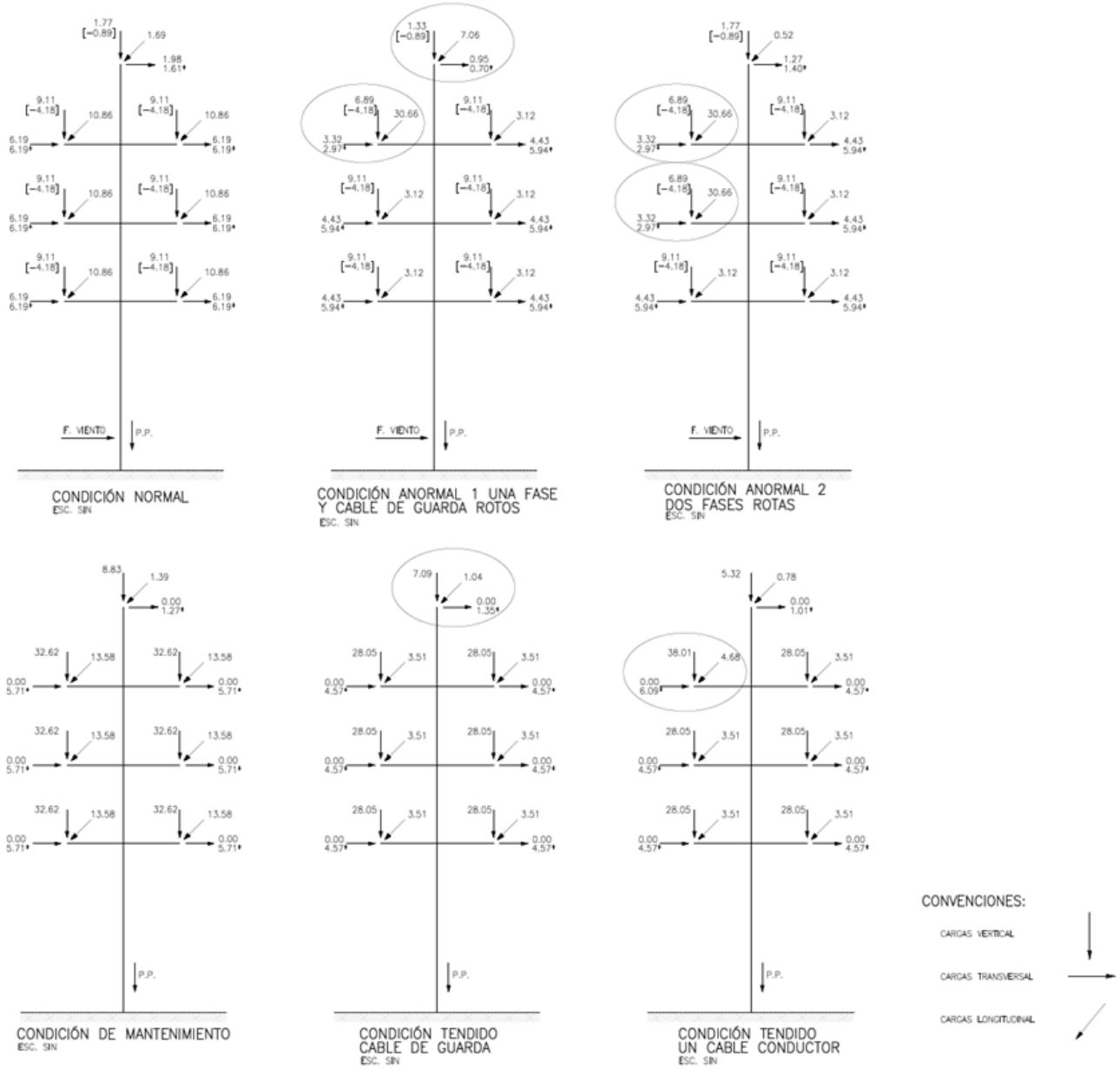
1. 2. **Postes de retención 27m. R (1400 kN-m).(10°).**

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.



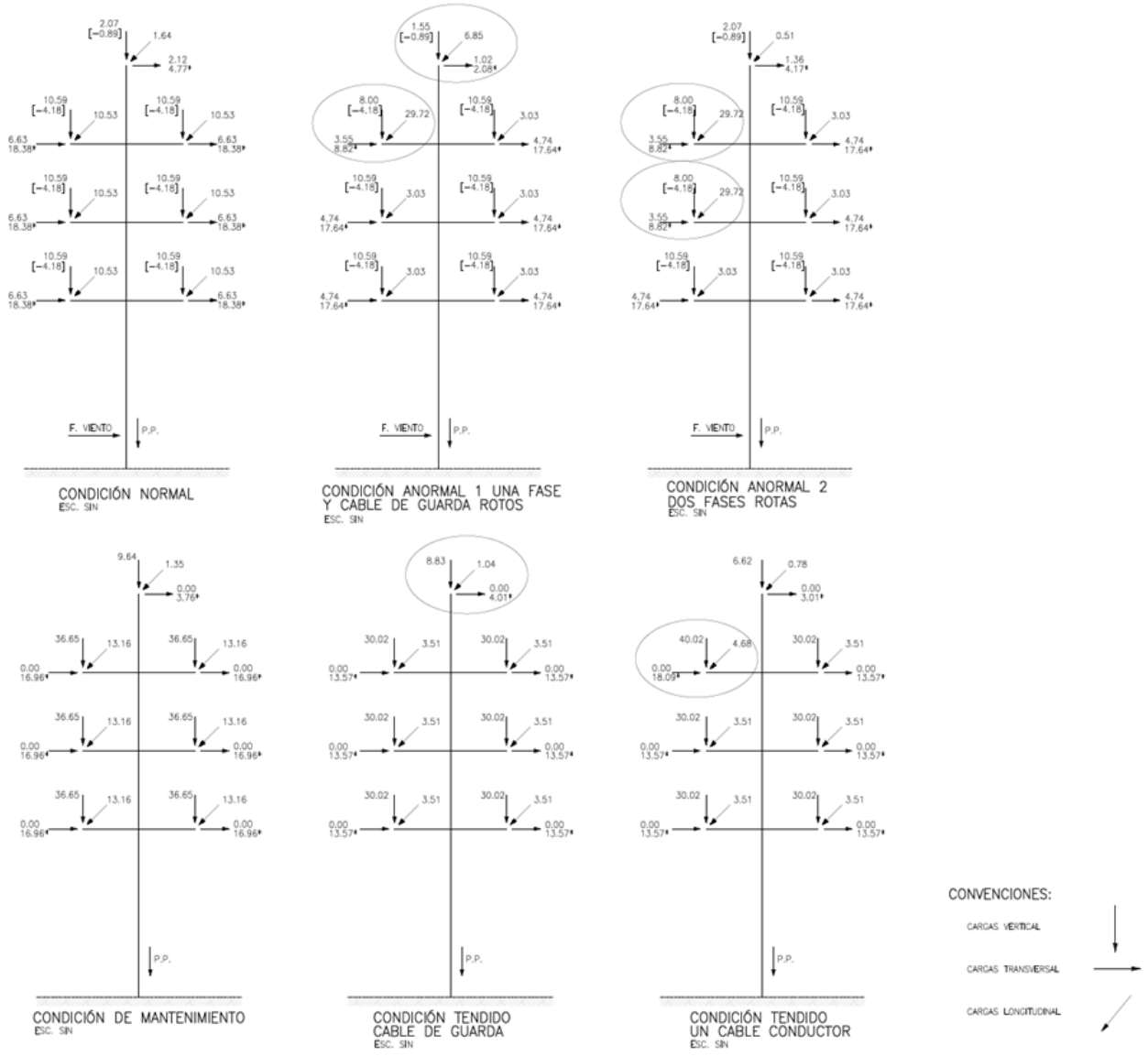
1. 3. **Postes de retención 27m. R (2400 kN-m).(10/30˚).**

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.



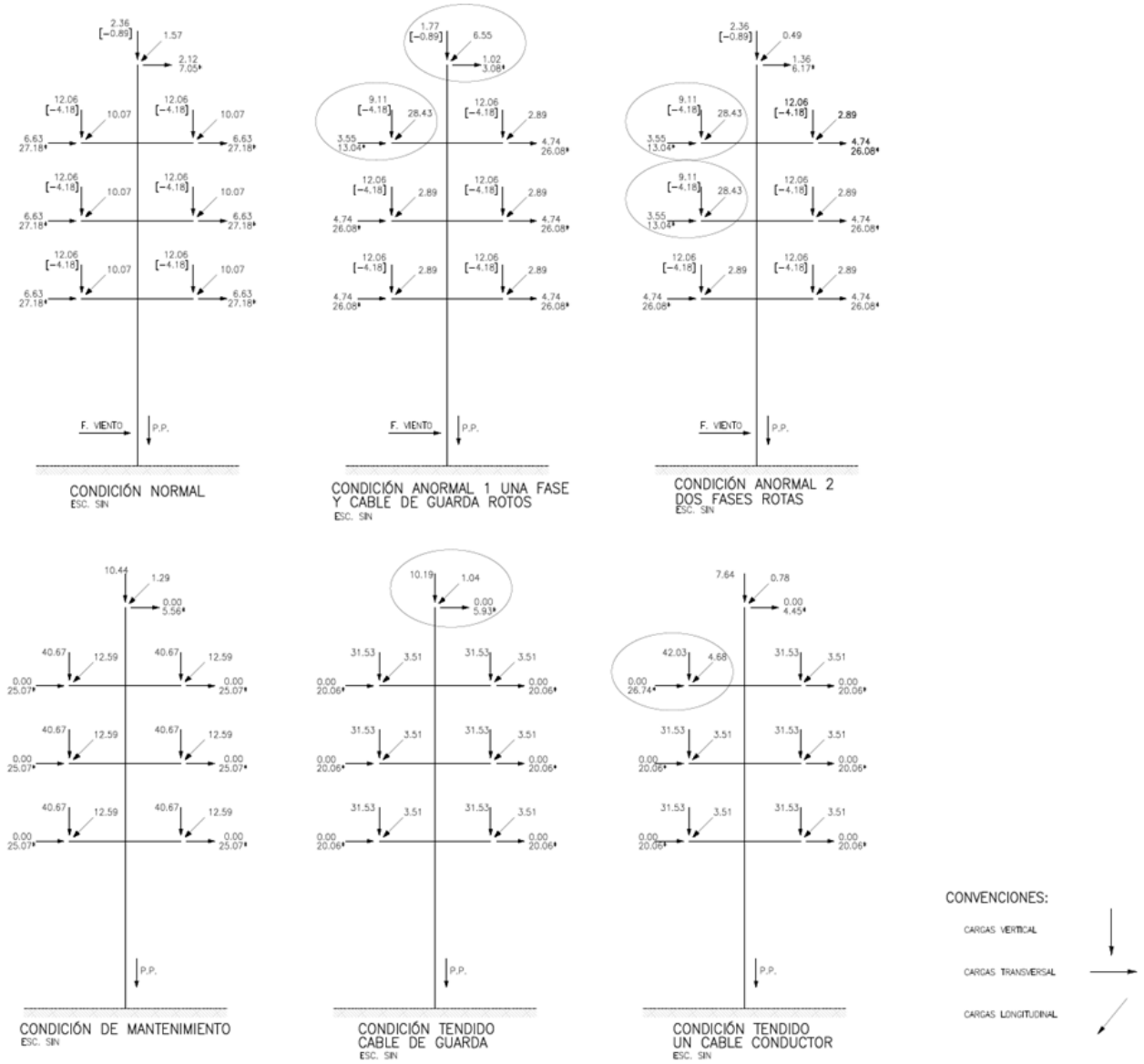
1. 4. **Postes de retención 27m. R (3800 kN-m).(30˚).**

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.



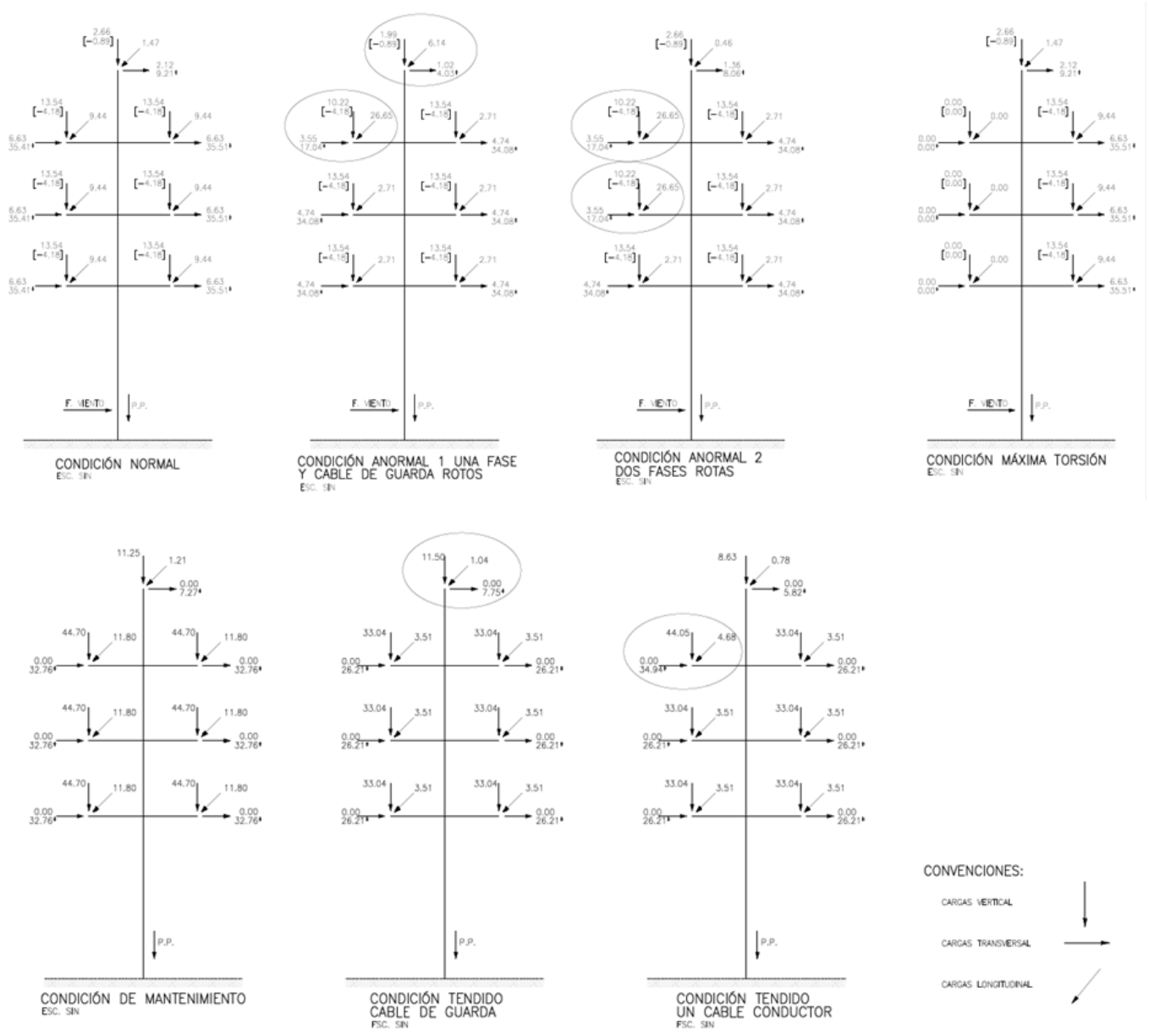
1.5 **Postes de retención 27m. R (5000 kN-m).(45˚).**

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.



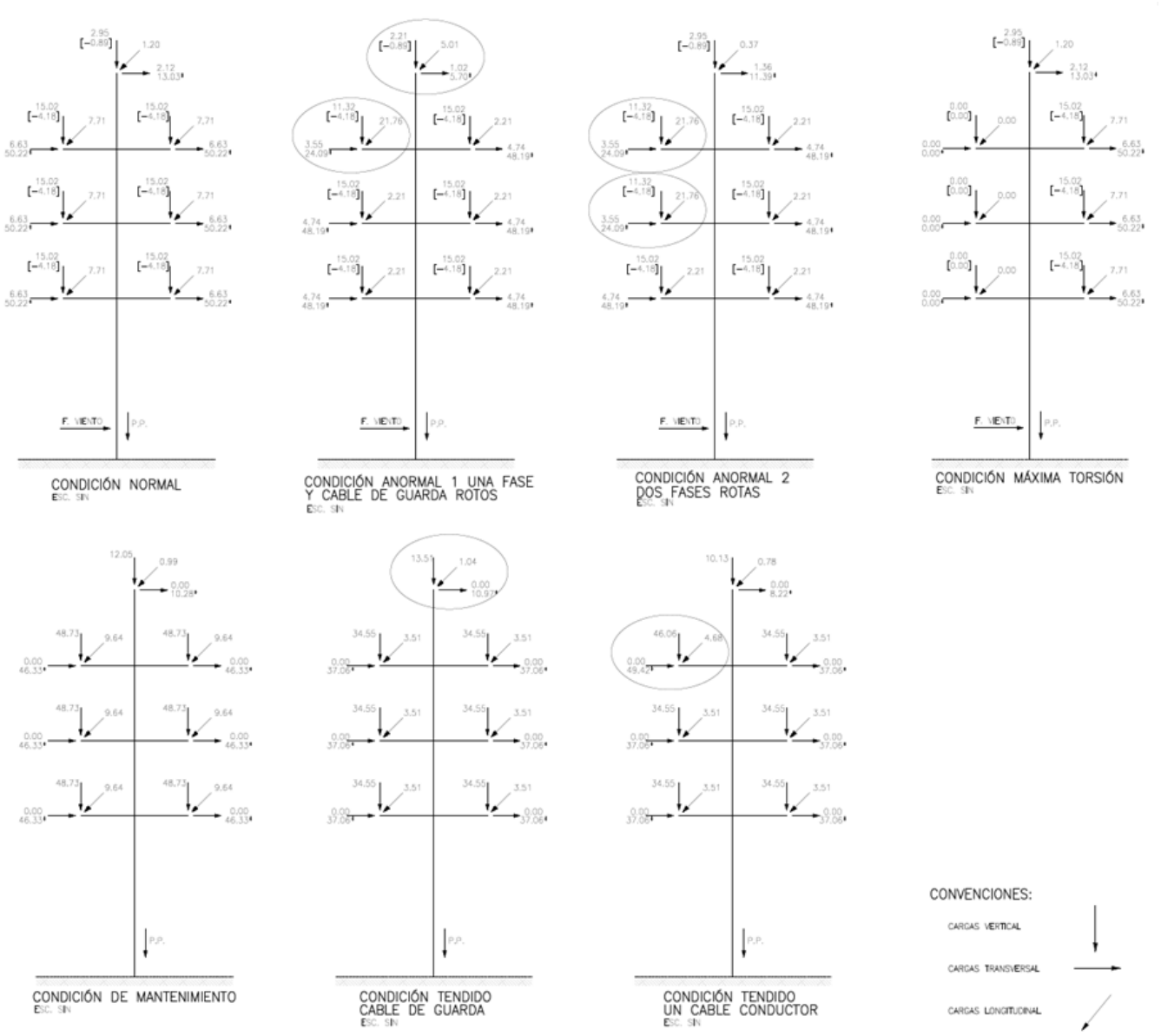
1.6. **Postes de retención 27m. R (6000 kN-m).(60˚).**

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.



1.7. **Postes de retención 27m. R (8000 kN-m).(90˚).**

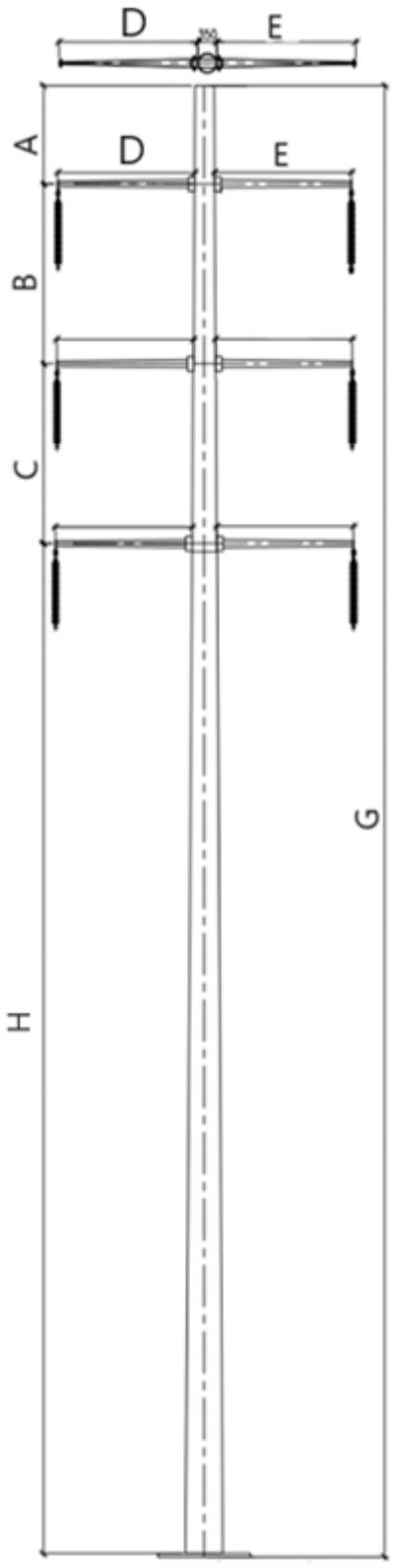
-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.



18. ANEXO 2 SILUETAS DE LOS POSTES

2. Postes de suspensión 27m

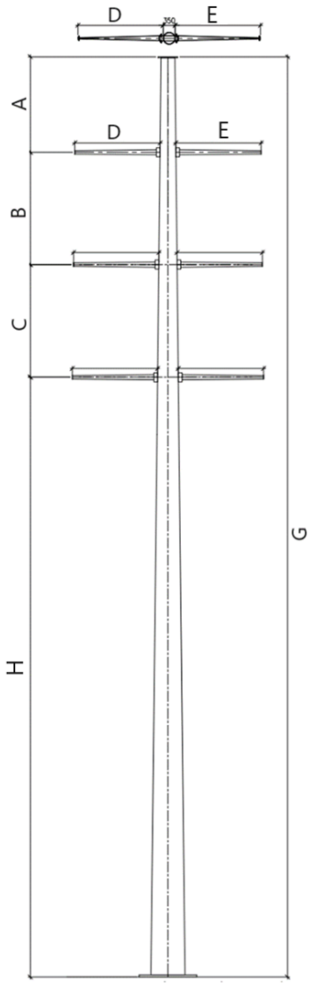
-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.



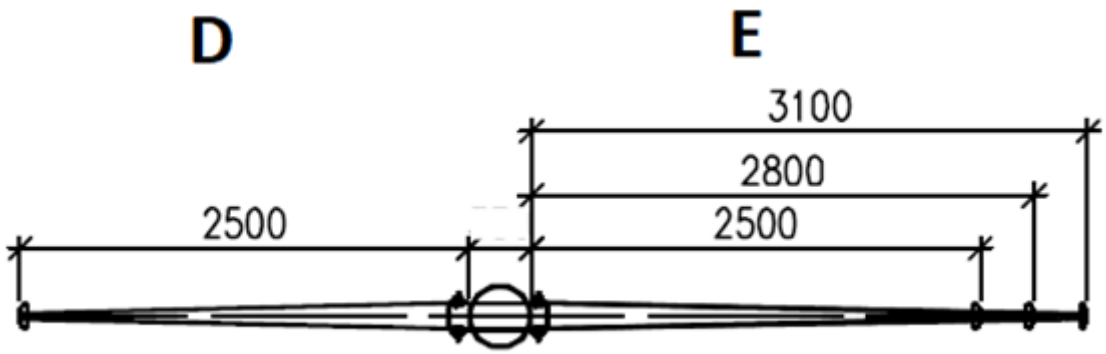
-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

TIPO DE POSTE	Distancias siluetas postes (mm) Cables ACSR 605 / AAAC 315 / ACCC LISBONE / ACSR 824 / AAAC 681								
	A	B	C	D	E			G	H
					0˚ < ángulo < 45˚.	45 ˚ < ángulo < 60 ˚	60 ˚ < ángulo < 90 ˚		
S-1000	1800	3300	3300	2500	2500	-	-	27000	18600

2. Postes de retención 27m



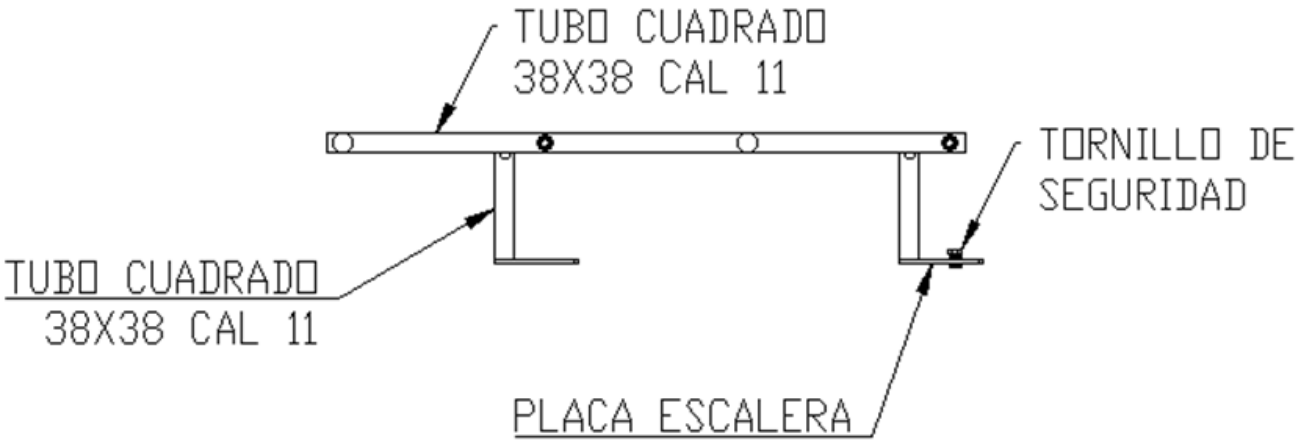
-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

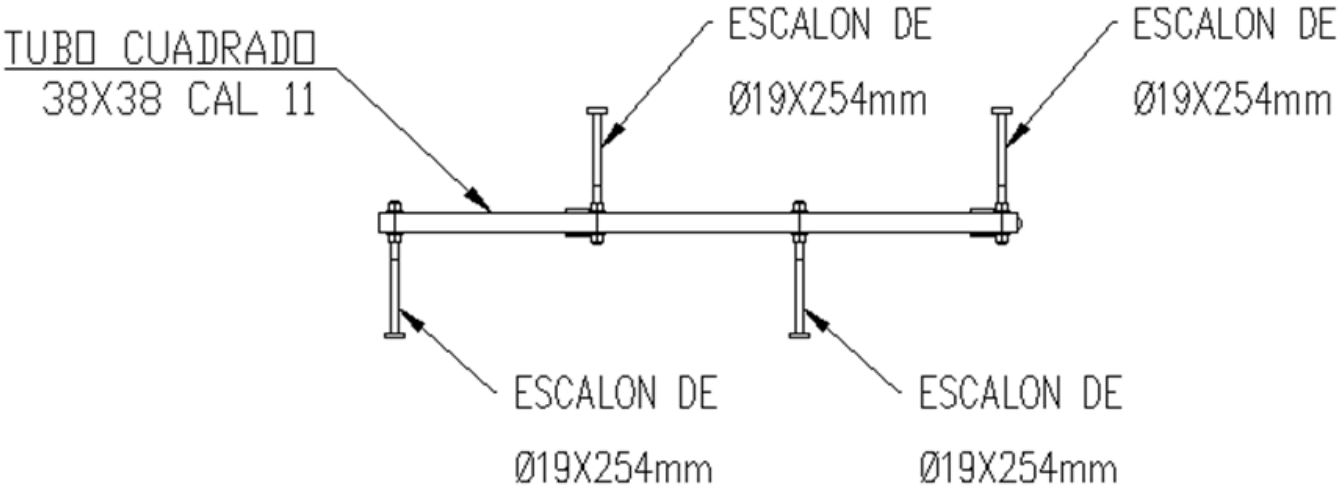


TIPO DE POSTE	Distancias siluetas postes (mm) Cables ACSR 605 / AAAC 315 / ACCC LISBONE								
	A	B	C	D	E			G	H
					0° < ángulo < 45°	45° < ángulo < 60°	60° < ángulo < 90°		
R-1400	2800	3300	3300	2500	2500	-	-	27000	17600
R-2400	2800	3300	3300	2500	2500	-	-	27000	17600
R-3800	2800	3300	3300	2500	-	2800	3100	27000	17600
R-5000	2800	3300	3300	2500	-	-	3100	27000	17600
R-6000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RT-8000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TIPO DE POSTE	Distancias siluetas postes (mm) Cables ACSR 824 / AAAC 681								
	A	B	C	D	E			G	H
					0° < ángulo < 45°	45° < ángulo < 60°	60° < ángulo < 90°		
R-1400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R-2400	2800	3300	3300	2500	2500	-	-	27000	17600
R-3800	2800	3300	3300	2500	2500	-	-	27000	17600
R-5000	2800	3300	3300	2500	2500	-	-	27000	17600
R-6000	2800	3300	3300	2500	-	2800	-	27000	17600
RT-8000	2800	3300	3300	2500	-	2800	3100	27000	17600

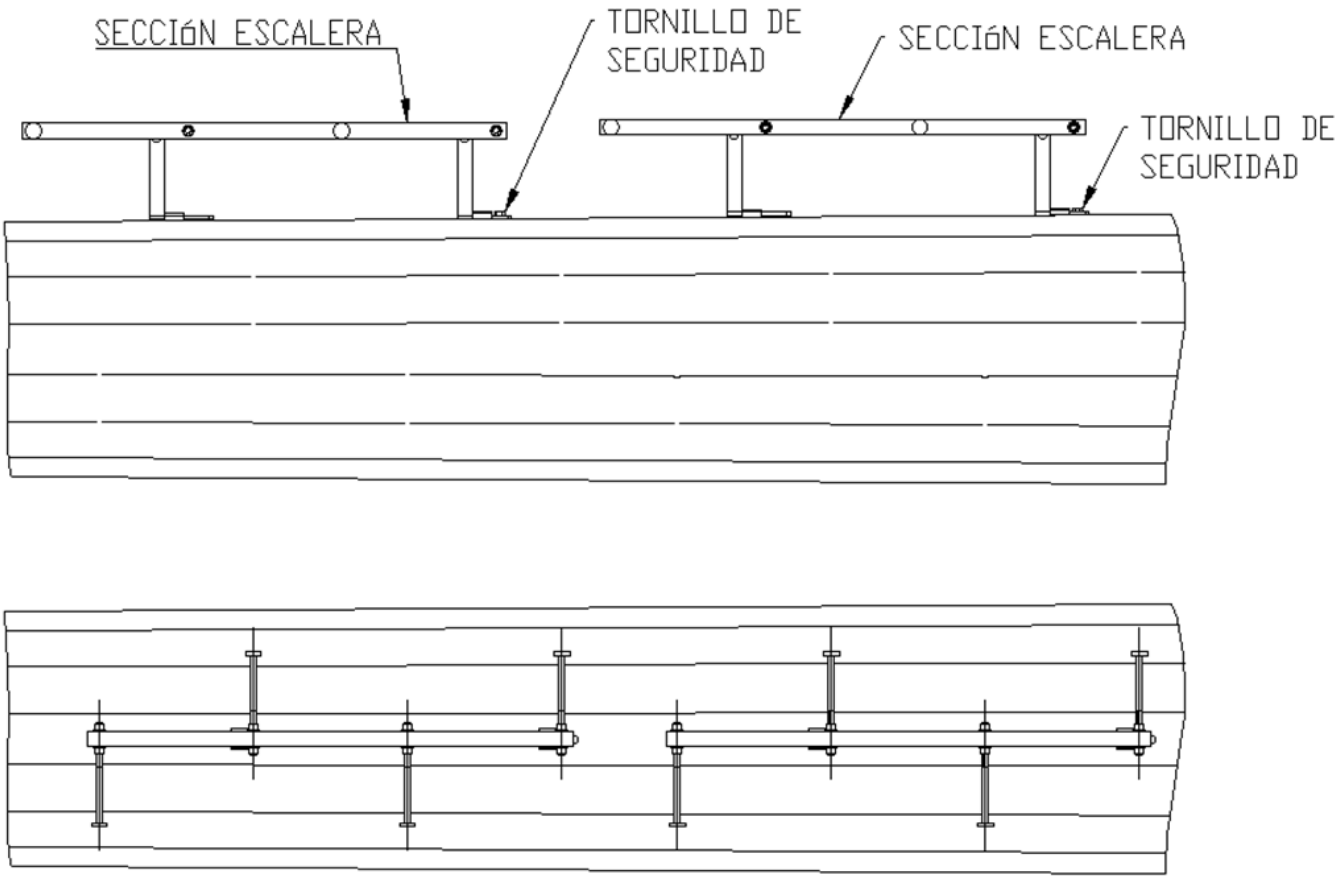
19.ANEXO 4 DETALLE DE ESCALERA

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.





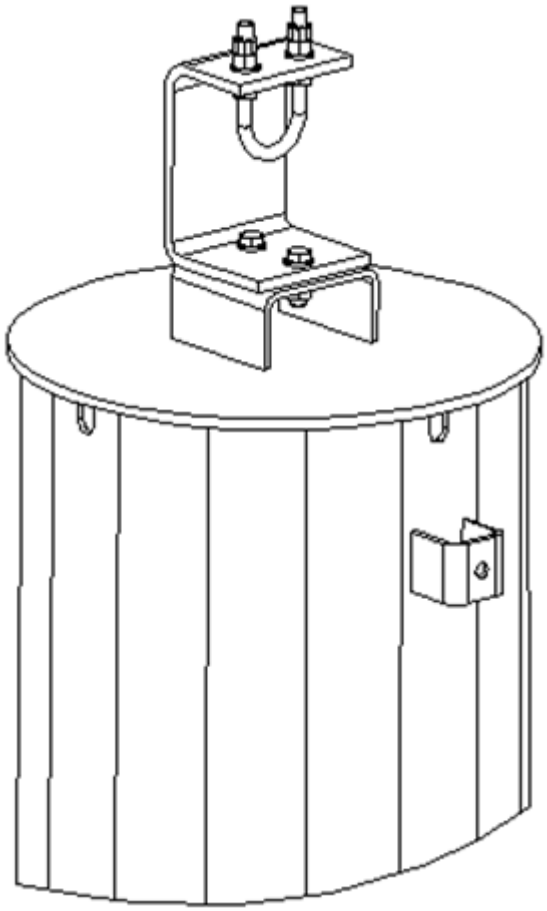
-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.



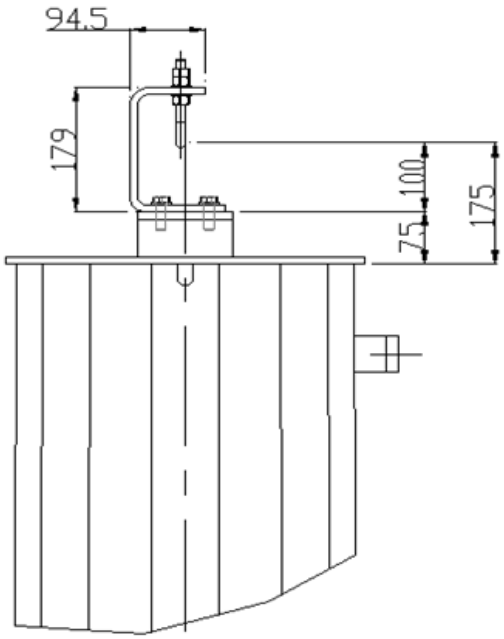
DETALLES ESCALERAS

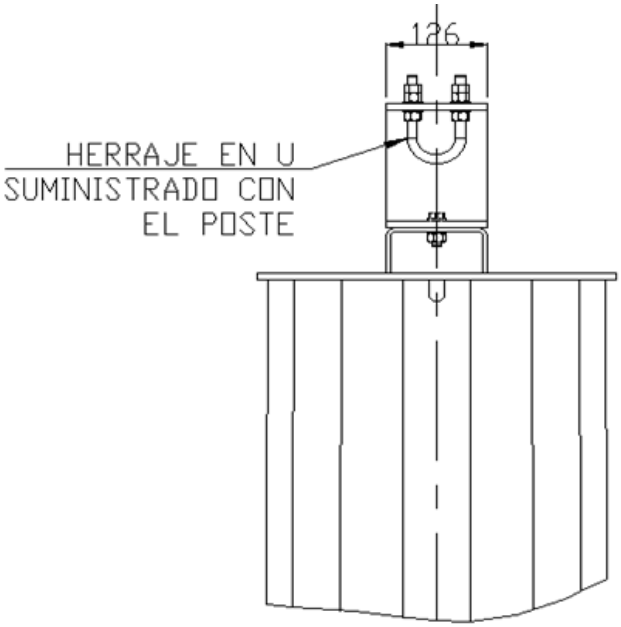
20. ANEXO 5 DETALLE DE SUJECIÓN CABLE DE GUARDA

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

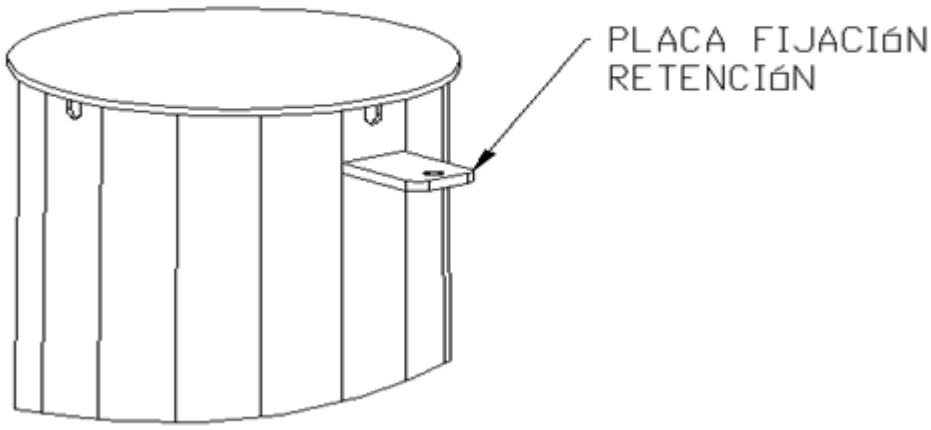


-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

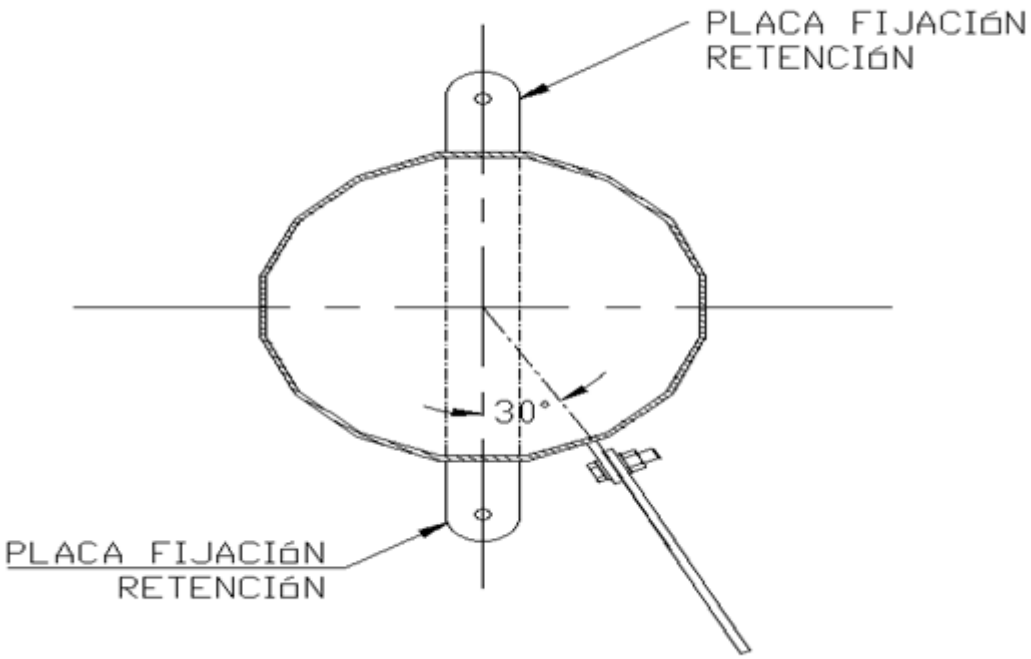




DETALLES SUSPENSIóN
CABLE GUARDA



-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.



21. ANEXO 6 DETALLE DE SUJECIÓN CABLE DE GUARDA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	SOLICITADO	OFRECIDO	OBSERVACION
1	Tipo de poste				
2	Norma de Diseño	-	ASCE/SEI 48-05		(**)
3	Fabricante	-	Indicar		(*)
4	Referencia del Plano detalle Suministrado	-	Indicar		(*)
5	Características del Acero del cuerpo	-			
5,1	Designación del tipo de Acero (norma)	-	Indicar		(**)
5,2	Valor Esfuerzo de Fluencia	kg/cm^2	Indicar		(**)
5,3	Valor Esfuerzo de Tracción	kg/cm^2	Indicar		(*)
6	Características de Diseño				

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

6,1	Forma del Poste (Cilíndrico, Cónico, etc.)	-	Indicar		(**)
6,2	Deflexión Máxima presentada en el Extremo Superior en Condición Normal y con cargas de trabajo.	cm	Indicar		(*)
6,3	Deflexión Máxima presentada en el Extremo Superior en Condición Normal y con cargas de diseño.	cm	Indicar		(*)
7	Características de Construcción				
7,1	Número de Secciones del Poste	und	3		(**)
7,2	Tipo de Uniones	-	Placas (Bridas)		(**)
7,3	Escaleras desmontables con sistema de seguridad anticaídas	-	si		(**)
7,4	Conectores de puesta a tierra	-	si		(**)
7,5	Altura del poste ensamblado	m	27		(**)
7,6	Sección Inferior				
7.6.1	Diámetro Inferior de la sección (cuerpo/placa base)	mm	Indicar (mm/mm)		(*)
7.6.2	Diámetro superior de la Sección (cuerpo/placa de Unión)	mm	Indicar (mm/mm)		(*)
ITEM	**DESCRIPCION**	**UNIDAD**	**SOLICITADO**	**OFRECIDO**	**OBSERVACION**
7.6.3	Altura	m	Indicar		(**)
7.6.4	Espesor del Acero	mm	Indicar		(*)
7,7	Sección media				
7.7.1	Diámetro Inferior de la sección (cuerpo/placa de Union)	mm	Indicar (mm/mm)		(*)
7.7.2	Diámetro superior de la Sección (cuerpo/placa de Unión)	mm	Indicar (mm/mm)		(*)
7.7.3	Altura	m	Indicar		(**)
7.7.4	Espesor del Acero	mm	Indicar		(*)
7,8	Sección Superior				
7.8.1	Diámetro Inferior de la sección (cuerpo/placa de Union)	mm	Indicar (mm/mm)		(*)
7.8.2	Diámetro superior de la Sección (cuerpo/placa de Unión)	mm	Indicar (mm/mm)		(*)
7.8.3	Altura	m	Indicar		(**)
7.8.4	Espesor del Acero	mm	Indicar		(*)
8	Características de los Brazos				
8,1	Poste (S/R) con Brazos	-	Indicar		(**)
8,2	Tipo		rectos		(**)

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

8,3	Diámetro (base/extremo)	mm	Indicar (mm/mm)		(*)
8,4	longitud	mm	Indicar según siluetas		(*)
8,5	Espesor del Acero	mm	Indicar		
8,6	Designación de Acero	-	Indicar		(**)
8,7	Peso de cada brazo	kg	Indicar		(*)
9	Galvanización				
9,1	norma		Indicar		(**)
9,2	Recubrimiento de la Capa de Zinc		Indicar		
9.2.1	Espesor Mínimo	gr/m^2	Indicar		(*)
9.2.2	Espesor Promedio	gr/m^2	Indicar		(*)
10	Soldadura				(*)
ITEM	**DESCRIPCION**	**UNIDAD**	**SOLICITADO**	**OFRECIDO**	**OBSERVACION**
10,1	Tipo (Eléctrica, Autógena)		Indicar		(*)
10,2	Tipos de Pruebas aplicadas		Indicar		(*)
10,3	Resistencia a la Tracción	Psi	Indicar		(*)
11	Peso del Poste				
11,1	Sección Inferior	kg	Indicar		(*)
11,2	Sección Media	kg	Indicar		(*)
11,3	Sección Superior	kg	Indicar		(*)
11,4	Brazos Metálicos y Accesorios	kg	Indicar		(*)
11,5	Pernos de Anclaje	kg	Indicar		(*)
11,6	Pernos de Unión	kg	Indicar		(*)
11,7	Peso Total del poste galvanizado	kg	Indicar		(*)
12	Características de los pernos de Unión				
12,1	Norma		Indicar		(*)
13	Características pernos de Anclaje				
13,1	Tipo		Corrugadas o Lisas		(*)
13,2	Norma Aplicable		Indicar		(*)
13,3	Esfuerzo de Fluencia	kg/cm^2	Indicar		(*)
13,4	Esfuerzo de Tracción	kg/cm^2	Indicar		(*)
13,5	Dimensiones (largo / diámetro)	mm/mm	Indicar (mm/mm)		(*)

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

(*) Concepto a indicar por el oferente.

(**) Concepto de cumplimiento obligatorio.

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.