



UNIVERSIDAD
DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Subsistema de distribución primaria 22.9 kV, trifásico y
subsistema de distribución secundaria 380/220 V, trifásico,
instalaciones de alumbrado público y conexiones
domiciliarias para la Asociación pro vivienda y servicios
múltiples de los trabajadores del Ministerio de Salud
(MINSa) Piura**

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título
de Ingeniero Industrial

Pedro Vero Rumiche Rumiche

Revisor(es):
Dr. Ing. José Hugo Fiestas Chévez

Piura, febrero de 2022

Dedicatoria

A Dios y a la familia



Resumen

Este trabajo de suficiencia profesional se describe la secuencia para ejecutar una obra eléctrica de redes de distribución primaria, redes de distribución secundaria, conexiones domiciliarias e instalaciones de alumbrado público para una habilitación urbana.

Contiene un diagrama de flujo, desde la factibilidad de suministro del proyecto, pasando por las revisiones del expediente técnico, aprobación, ejecución de la obra, pruebas eléctricas hasta su recepción final, con todos los documentos emitidos por la empresa responsable del servicio eléctrico en nuestra ciudad.

Por tratarse de una obra que conlleva riesgo, el proyecto es estrictamente revisado por la Empresa de Distribución de Electricidad, de manera que cumpla con las Normas Técnicas aprobadas por la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas, tanto a nivel de expediente técnico, así como en la ejecución de la obra, por lo cual estos proyectos deben ser elaborados y ejecutados por ingenieros y técnicos especializados en la materia.

Por lo anterior, es que se incluyen las tablas de datos técnicos de los materiales y equipos requeridos y aprobados por la normatividad nacional e internacional.

Así mismo se encuentran las láminas con los detalles de ingeniería, que sirven para la ejecución de los armados y montaje de los materiales y equipos.

Algunos de los equipos, están sujetos a variaciones en sus especificaciones técnicas, debido al continuo avance de la tecnología, sobre todo los electrónicos como medidores, disyuntores y puede que en plena ejecución de obra se opte por equipos de nueva generación, lo cual debe ser puesto de conocimiento a la supervisión para la aprobación correspondiente y aviso al propietario de la obra.

Por último, el autor hace unos comentarios de la política energética regional y nacional con la finalidad de someterlos al análisis para mejorar la calidad de servicio eléctrico en nuestra Región, esperando que sirva como un pequeño aporte a los estudiantes de ingeniería e interesados.

Tabla de contenido

Introducción	15
Capítulo 1 Antecedentes	17
1.1 Problemática.....	17
1.2 Ubicación.....	17
1.3 Área y perímetro del proyecto	18
1.4 Características de la zona	19
1.5 Alcance del proyecto	19
1.6 Suministro de energía	19
1.7 Base legal y parámetros de diseño	20
1.7.1 Parámetros eléctricos	20
1.7.2 Parámetros mecánicos.....	20
1.8 Aprobación del proyecto	21
1.9 Diagrama de flujo para la elaboración, aprobación, ejecución y puesta en servicio de un proyecto eléctrico.....	21
Capítulo 2 Criterios durante la etapa de diseño	23
2.1 Factibilidad	23
2.2 Diseño de la red primaria y red secundaria.....	23
2.3 Cálculo de la demanda máxima	28
Capítulo 3 Cálculos eléctricos y mecánicos del subsistema de distribución primaria	31
3.1 Cálculo eléctrico	31
3.1.1 Distancia mínima entre fases	31

3.1.2	Parámetros eléctricos y características.....	31
3.2	Diagrama de cargas y cálculo de la caída de tensión.....	32
3.3	Elección y características del conductor.....	33
3.4	Cálculo mecánico de conductores.....	34
3.4.1	Hipótesis de cálculo.....	34
3.4.2	Cálculos de esfuerzo y flecha.....	34
3.4.3	Cálculo del vano básico (V.B.).....	35
3.4.4	Cuadro de resultados.....	35
3.5	Cálculo mecánico de estructuras.....	38
3.5.1	Hipótesis consideradas.....	38
3.5.2	Cálculo de esfuerzos.....	38
3.5.3	Cálculo de estructura de alineamiento.....	40
3.5.4	Cálculo de estructura de fin de línea.....	41
3.6	Cálculo de retenidas.....	42
3.6.1	Retenidas simples.....	42
3.7	Cálculo de cimentación.....	42
3.7.1	Esfuerzo a la compresión.....	43
3.8	Cálculo de puesta a tierra.....	43
3.8.1	Cálculo de resistencia de puesta a tierra tipo PAT 3.....	44
Capítulo 4 Cálculos eléctricos y mecánicos subsistema de distribución secundaria.....		45
4.1	Cálculo eléctrico.....	45
4.1.1	Cálculos de caída de tensión (ΔV).....	45
4.1.2	Cálculos de intensidad (I).....	45
4.1.3	Constantes de caída de tensión (K).....	46
4.1.4	Bases de cálculo y características.....	47
4.1.5	Análisis de pérdidas.....	47
4.1.6	Diagramas de carga y cuadros de caída de tensión.....	48
4.2	Cálculo mecánico de conductores.....	48
4.2.1	Hipótesis de cálculo.....	48
4.2.2	Cálculos de esfuerzos y flecha.....	48

4.2.3	Cálculo del vano básico (V.B.)	49
4.2.4	Cuadro de resultados	49
4.3	Cálculo mecánico de estructuras	52
4.3.1	Selección de la longitud del poste	52
4.3.2	Cálculo de esfuerzos	52
4.4	Cálculo de retenidas	55
4.4.1	Retenidas simples	55
4.5	Cálculo de cimentación	56
4.5.1	Esfuerzo a la compresión	56
4.5.2	Momento máximo resistente	57
4.6	Cálculo de puesta a tierra	58
Capítulo 5 Criterios durante la construcción		59
5.1	Acciones previas al inicio de obra	59
5.1.1	Aviso de inicio de obra	59
5.1.2	Trabajos preliminares	59
5.2	Izado de postes	60
5.3	Instalación de retenidas	63
5.4	Instalación de los pozos a tierra	63
5.5	Instalación de la ferretería eléctrica	64
5.6	Tendido de conductores	64
5.7	Montaje de sistemas de protección	64
5.8	Montaje de transformadores	65
5.9	Montaje de equipos de iluminación	65
5.10	Montaje de tableros de distribución	66
5.11	Montaje de las conexiones domiciliarias	67
5.12	Inspecciones y pruebas previas a la recepción de obra	67
5.13	Subsanación de observaciones y solicitud de recepción	67
5.14	Recepción de obra, garantía y codificación de estructuras	67
5.15	Empalme al punto de alimentación de media tensión	68

Conclusiones	69
Referencias bibliográficas.....	73
Anexos	75
Anexo A. Documento de factibilidad del suministro	77
Anexo B. Fijación de punto de diseño para SD en MT. 22.9 kV PNRAH.U de la urbanización Minsa.....	79
Anexo C. Documento de autorización de inicio de obra.....	82
Anexo D. Resolución de recepción de obra	83
Anexo E. Tablas especificaciones técnicas de red primaria	85
Anexo F. Especificaciones técnicas de red secundaria.....	103
Anexo G. Figuras de red primaria.....	127
Anexo H. Figuras de red secundaria.....	149
Planos.....	171
Plano A. Plano RP-01: redes primarias.....	173
Plano B. Plano RS-01: redes secundarias.....	174
Plano C. Plano CD-01: acometidas.....	175
Plano D. DC-01: diagramas de carga.....	176

Lista de tablas

Tabla 1.	Cuadro de datos técnicos.....	18
Tabla 2.	Datos técnicos punto de diseño	23
Tabla 3.	Condiciones técnicas para S.D.P. (Parte I).....	24
Tabla 4.	Condiciones técnicas para S.D.P. (Parte II)	25
Tabla 5.	Condiciones técnicas para S.D.S. y conexiones domiciliarias (Parte I).....	26
Tabla 6.	Condiciones técnicas para S.D.S. y conexiones domiciliarias (Parte II).....	27
Tabla 7.	Cálculo máxima demanda para S.E.D. N° 01	28
Tabla 8.	Cálculo máxima demanda para S.E.D. N° 02	29
Tabla 9.	Cálculo caída de tensión S.E. N° 01.....	33
Tabla 10.	Cálculo caída de tensión S.E. N° 02.....	33
Tabla 11.	Características conductor AAAC 35	34
Tabla 12.	Características mecánicas de los conductores AAAC-35	36
Tabla 13.	Tabla de esfuerzos para postes de C.A.C. de 13 m	39
Tabla 14.	Características mecánicas de los conductores CA AI	50

Lista de figuras

Figura 1.	Croquis de ubicación	18
Figura 2.	Polígono del proyecto.....	19
Figura 3.	Diagrama de flujo para obra de electrificación MINSA	22
Figura 4.	Punto de diseño otorgado por Enosa	27
Figura 5.	Derivaciones proyectadas vs punto de diseño otorgado por Enosa.....	28
Figura 6.	Distancia mínima entre fases.....	31
Figura 7.	Diagrama de cargas	33
Figura 8.	Diagrama de fuerza de viento en conductores.....	39
Figura 9.	Diagrama de estructura de alineamiento	40
Figura 10.	Diagrama de estructura de fin de línea.....	41
Figura 11.	Diagrama de retenida simple.....	42
Figura 12.	Diagrama cimentación.....	42
Figura 13.	Puesta a tierra tipo PAT 3.....	44
Figura 14.	Distancia de seguridad mínima	52
Figura 15.	Diagrama de fuerza sobre conductores.....	53
Figura 16.	Diagrama de poste	54
Figura 17.	Diagrama de retenida.....	56
Figura 18.	Diagrama de cimentación	56
Figura 19.	Puesta a tierra tipo PAT-1 con tratamiento	58
Figura 20.	Terreno sin obra eléctrica	60
Figura 21.	Pruebas de control de calidad de postes –Fábrica de postes del norte	61
Figura 22.	Izado de postes de alineamiento de baja tensión	61
Figura 23.	Izado de postes de media tensión	62
Figura 24.	En algunos lugares fue necesario el uso de grúa tractor por el difícil acceso	62

Figura 25. Construcción de pozos a tierra	63
Figura 26. Montaje de armados en media tensión	64
Figura 27. Montaje de transformadores	65
Figura 28. Mejoramiento de iluminación de la avenida principal	66
Figura 29. Empalme al punto del alimentador 1941	68



Introducción

La energía eléctrica, trae definitivamente confort en un hogar, desde la iluminación de todos los ambientes hasta disfrutar de un aire fresco, (o calefacción), ver televisión, bombear agua, calentar agua en la terma para su uso en climas fríos, cargar el celular, cocinar, uso de herramientas, en fin, múltiples usos que le damos a la electricidad. Próximamente, no tardará muchos años, que tendremos cargadores para los acumuladores de energía para los automóviles eléctricos, lo cual traerá una mayor demanda de energía en nuestro país, que tiene mucho potencial para la generación.

Se hace referencia, al consumo de energía doméstico, porque este trabajo trata de la electrificación de los lotes de una Asociación de Vivienda en nuestra ciudad de Piura.

El primer capítulo, trata de la problemática del proyecto, es decir de la necesidad por parte de los interesados de contar con el servicio de energía, las gestiones para la factibilidad del proyecto, y se presenta un diagrama de flujo desde cero hasta la puesta en servicio de una obra eléctrica, en este caso de un subsistema de distribución primaria y secundaria.

En el segundo capítulo se indican los criterios técnicos y legales que se tienen en cuenta para la elaboración, revisión y aprobación de un proyecto de este tipo, ante la empresa responsable de la distribución y comercialización de energía, en este caso ENOSA.

El tercer capítulo trata sobre los cálculos eléctricos y mecánicos de la red primaria, aplicando los parámetros establecidos, tanto de las condiciones técnicas de ENOSA, como de fórmulas eléctricas, principalmente de máxima demanda, cálculo de intensidad, caída de tensión y pérdida de potencia, como para diseñar los conductores, aisladores y potencia de transformadores. Así como el cálculo mecánico de las estructuras de soporte, principalmente los postes y retenidas, que aseguren una confiabilidad del proyecto hasta por un período de 25 años, de vida útil.

El cuarto capítulo, es similar al tercero, solo que está referido a la red secundaria, pues son otros parámetros eléctricos y otras hipótesis de condiciones de trabajo con las que hay que diseñar las redes secundarias. Lo mismo para los cálculos mecánicos. Con los resultados obtenidos del cálculo se establecen las características de materiales y equipos electromecánicos.

El quinto capítulo trata del proceso constructivo, desde que la empresa responsable autoriza el inicio de obra hasta su culminación, pasando por replanteo en obra, izado de postes, instalación de retenidas, tendido de conductores, instalación de equipos de iluminación y acometidas domiciliarias.

Capítulo 1

Antecedentes

1.1 Problemática

La ciudad de Piura viene desarrollando una expansión de manera ordenada y regulada por la Municipalidad Provincial de Piura, con la habilitación de nuevas asociaciones de vivienda hacia el sector noroeste de la localidad. En dichas habilitaciones urbanas se hace indispensable contar con los servicios básicos, entre ellos el suministro de energía eléctrica.

Tal es el caso de la Asociación Pro Vivienda y Servicios Múltiples de los Trabajadores del MINSA, que por iniciativa propia a través de su junta directiva gestionó lo concerniente a su electrificación, desde la elaboración, aprobación, ejecución y puesta en servicio de su proyecto de electrificación integral, ya que la empresa distribuidora del servicio en la ciudad, no tiene planes de ampliación de redes eléctricas en la actualidad ni tampoco existen fuentes de financiamiento para los usuarios como había hace tres décadas atrás cuando a través de préstamos individuales se ejecutaban este tipo de obras.

Los terrenos de la Asociación de Trabajadores del Minsa se encuentran dentro de la zona de concesión (hoy zona de responsabilidad técnica) de Enosa y por lo tanto la inversión en la ejecución de la obra tiene carácter reembolsable a precios de valores nuevos de reemplazo que en el mejor de los casos alcanza solo al 50% del monto total de la obra.

Cabe recalcar que el reembolso procede, por estar la obra dentro de la zona de concesión. Las obras que se encuentran fuera de esta área son de propiedad de los interesados y su mantenimiento corre a cargo de ellos.

El autor de este trabajo toma este proyecto en todas las etapas, es decir desde la factibilidad, elaboración del expediente técnico, aprobación de este, ejecución de la obra, recepción y su puesta en servicio. Así mismo se dan algunas recomendaciones, que podrían servir como aportes para mejoras en el sector eléctrico de nuestra región.

1.2 Ubicación

Los terrenos de la Asociación Pro Vivienda y Servicios Múltiples de los Trabajadores del Minsa se encuentran ubicados en el distrito de Piura, provincia de Piura, en el departamento de Piura. (Figura 1).

Se localiza al noroeste de la ciudad, y sus límites son:
Por el Sur : Con la Avenida Raúl Matta.

Por el Este : Con las Asociaciones de Vivienda Los Médanos del Chipe y Lomas del Chipe.

Por el Oeste : Con la UPIS Villa Mercedes y A.H. San Isidro.

Por el Norte : Con propiedades de terceros.

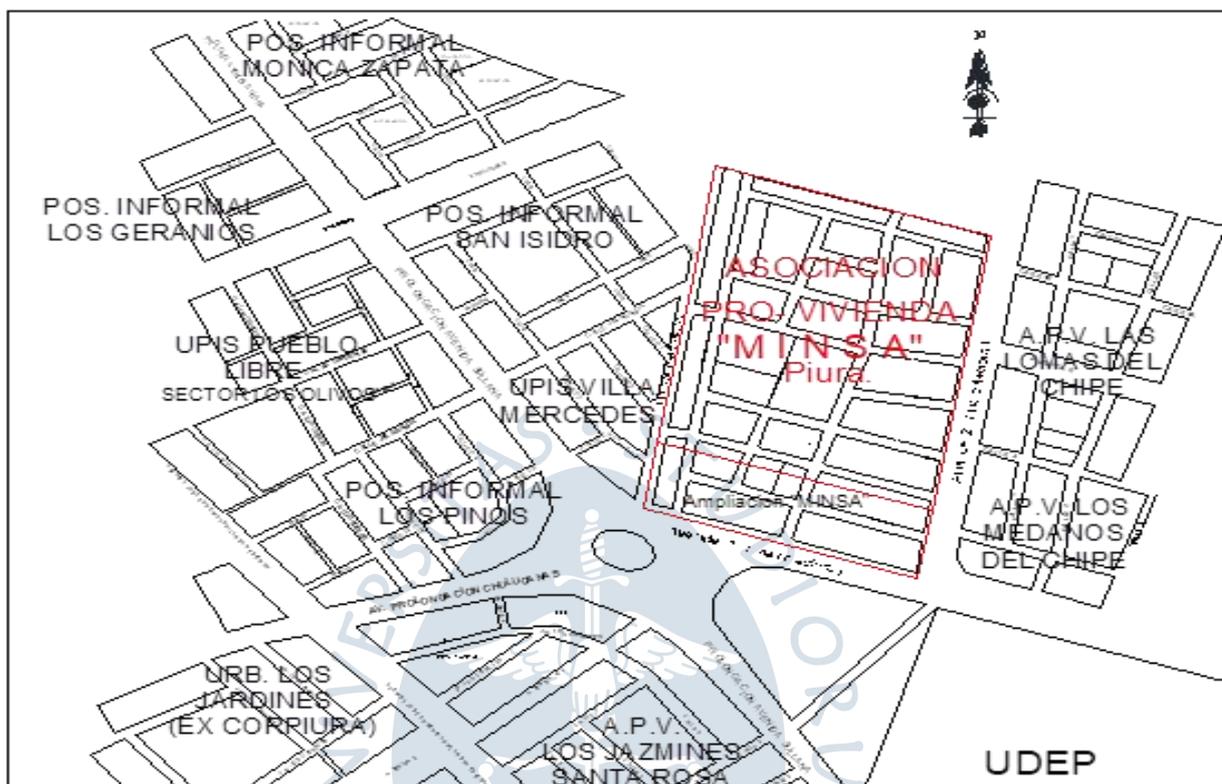


Figura 1. Croquis de ubicación
Fuente: Datos brindados por Enosa

1.3 Área y perímetro del proyecto

El área y perímetro del se muestran en la tabla 1 y figura 2:

Tabla 1. Cuadro de datos técnicos

CUADRO DE DATOS TÉCNICOS: PERÍMETRO DE LA PROPIEDAD					
COORDENADAS UTM - WGS 84					
VERTICE	LADO	DISTANCIA (m)	ÁNGULO INTERNO	ESTE (X)	NORTE (Y)
A	A-B	291.58	81°03'55"	539058.6333	9429684.0842
B	B-D	356.15	98°39'35"	539335.7866	9429593.5199
D	D-E	89.37	180°00'00"	539277.3994	9429242.1933
E	E-F	291.73	81°24'26"	539262.7486	9429154.0347
F	F-G	86.42	98°24'21"	538985.3445	9429244.3209
G	G-H	198.62	180°00'00"	538999.7898	9429329.5261
H	H-I	41.32	180°14'01"	539032.9902	9429525.3506
I	I-A	119.47	180°03'41"	539032.9903	9429566.1403
TOTAL					
ÁREA	128,336.09	m ²			
PERÍMETRO	1474.66	m			

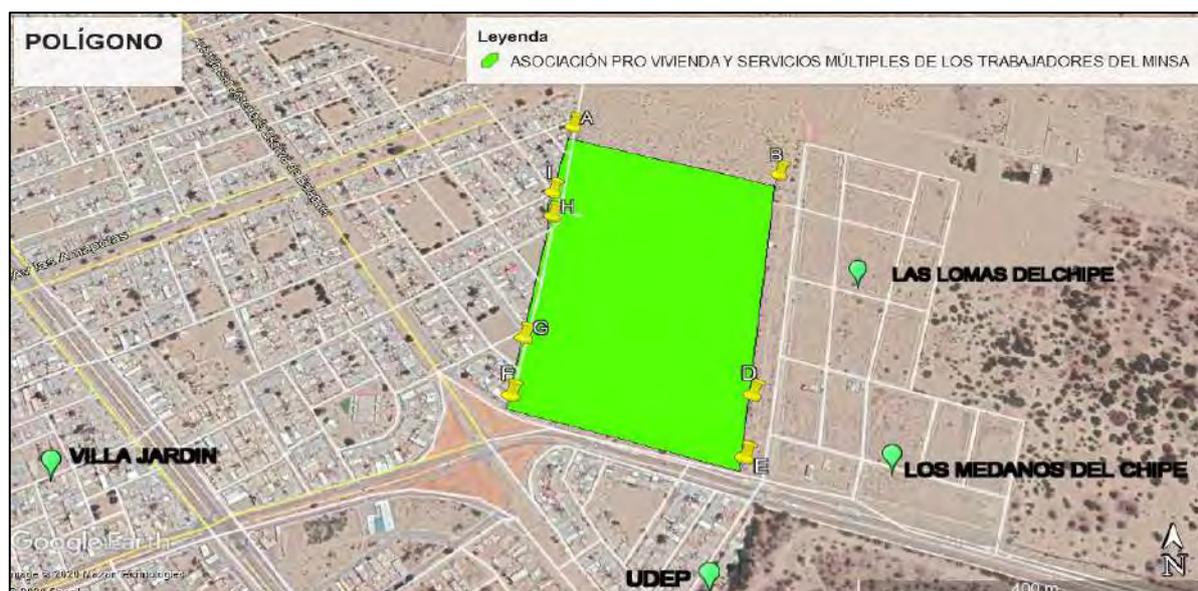


Figura 2. Polígono del proyecto
Fuente: Datos brindados por Enosa

1.4 Características de la zona

El proyecto se desarrolló sobre un área de terreno de relieve topográfico mayormente plano. La mayor área ubicada en el lado sur del terreno se encuentra relativamente alta respecto a las urbanizaciones y asentamientos vecinos. No existían construcciones en el lugar, por la carencia de suministro eléctrico.

La temperatura promedio de la zona es de 28°C, con una mínima de 20° y máxima de 36°. El clima es muy cálido en los meses de verano.

1.5 Alcance del proyecto

El proyecto, materia del presente trabajo, desde su concepción, está encaminado para que una vez aprobado por ENOSA sirva para la ejecución de las redes de media tensión en 22.9 KV y las redes de distribución secundaria en 380/220 V, hasta su puesta en servicio para un total de 424 lotes de vivienda, 02 cargas especiales y 111 lámparas de vapor de sodio de 70 W, pertenecientes a los integrantes de la Asociación de Vivienda de los Trabajadores del Ministerio de Salud (MINSa), de la Región Piura.

1.6 Suministro de energía

Los interesados por intermedio de su junta directiva solicitaron la factibilidad de suministro a ENOSA, acompañando su solicitud con los siguientes documentos:

1. Expediente técnico de habilitación urbana aprobado por la Municipalidad de Piura,
2. Plano de ubicación.
3. Cuadro de demanda máxima requerida.
4. Copia del documento de acreditación de la propiedad del terreno inscrito en SUNARP.
5. Copia del documento de la acreditación de la representatividad de la junta directiva.
6. Copia de los documentos de identidad de los directivos.

Con el documento R-410-2014/Enosa del 03.09.14 (Anexo 1), se emitió la factibilidad de suministro eléctrico, fijando el punto de diseño como sigue:

En la estructura de MT código NTCSE 137-085 del alimentador 1941 en un nivel de tensión 22.9 KV, que alimenta de energía a la planta de tratamiento de aguas de Curumuy.

1.7 Base legal y parámetros de diseño

Para la elaboración del presente proyecto se han considerado las Normas para la elaboración y aprobación de proyectos y los dispositivos vigentes, relacionados con la distribución de electricidad, resaltando principalmente los siguientes:

- Decreto Ley N° 25844 "Ley de Concesiones Eléctricas" y su Reglamento.
- Código Nacional Electricidad Suministro - 2011
- Normas DGE "Terminología en Electricidad" y "Símbolos Gráficos en Electricidad".
- Condiciones y normas técnicas indicadas por Enosa.
- Reglamento Nacional de Construcciones.
- Ley de Protección del Medio Ambiente y Protección del Patrimonio Cultural de la Nación.
- Sistema Internacional de Medidas.
- Resolución Directoral No. 018 – 2002 – EM/DGE: “Norma de Procedimientos para la Elaboración de Proyectos y Ejecución de Obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de Utilización en Media Tensión en Zonas de Concesión de Distribución”.
- Decreto Supremo No. 020 – 97 – EM: Normas Técnicas de Calidad de Servicios Eléctricos.
- Norma DGE: “Bases para el diseño de líneas y redes secundarias con conductores autoportantes para electrificación rural” diciembre 2,003

1.7.1 Parámetros eléctricos

- Sistema : Trifásico
- Tensión nominal : Red primaria: 22,9 KV
Red secundaria: 380/220 V.
- Factor de potencia : Servicio particular; 0.9
Alumbrado público: 0.9
- Factor de simultaneidad : Servicio particular: 0.5
Alumbrado público: 1.0
- Caída de tensión máxima : 5 % tensión nominal
- Máxima demanda : Servicio particular: 800 W por lote
Alumbrado público; 82 W (para lámpara de vapor de sodio de 70 W con pérdidas.)

1.7.2 Parámetros mecánicos

Hipótesis N° 1

- Condiciones de templado
- Temperatura : 25°C
- Velocidad del viento : nula

- Tensión de cada día : 6×10^7 Pa

Hipótesis N° 2

- Condiciones de máximo esfuerzo con viento
- Temperatura : 10°C
- Velocidad del viento : 90 Km/hr

Hipótesis N° 3

- Condiciones de máximo esfuerzo sin viento
- Temperatura : 10°C
- Velocidad del viento : nula

Hipótesis N° 4

- Condiciones de flecha máxima
- Temperatura : 40°C
- Velocidad del viento : nula

1.8 Aprobación del proyecto

Con el documento de factibilidad de suministro, la asociación encargó la elaboración y todas las acciones para la aprobación del proyecto a una empresa especializada, de la cual el autor de este trabajo formó parte, habiéndose presentado el expediente para su revisión a la oficina de proyectos de Enosa, cumpliendo con las normas y condiciones técnicas establecidas.

El proyecto, después de dos revisiones fue finalmente aprobado por la Concesionaria Electronoroeste S.A., con Resolución No. R – 087 – 2015 de fecha 22 de mayo del 2015, la misma que también autoriza la ejecución de la obra, previo cumplimiento de los requisitos señalados en la Resolución mencionada. El documento también indica el carácter reembolsable de la inversión en la obra y las modalidades de devolución a favor de la Asociación a precios de VNR vigentes a la fecha de incorporación de las instalaciones eléctricas al patrimonio de Enosa.

El proyecto, por tanto, se enmarca dentro de la Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844 y su Reglamento, y cumple las exigentes normativas, con el fin de llevar a cabo la electrificación de la manera óptima y económica.

1.9 Diagrama de flujo para la elaboración, aprobación, ejecución y puesta en servicio de un proyecto eléctrico

El diagrama de flujo se muestra en la figura 3, se describe de la siguiente manera:

- Bloque 1. Requisitos previos
- Bloque 2: Expediente técnico
- Bloque 3: Ejecución de obra
- Bloque 4: Pruebas, puesta en servicio y contratos individuales.

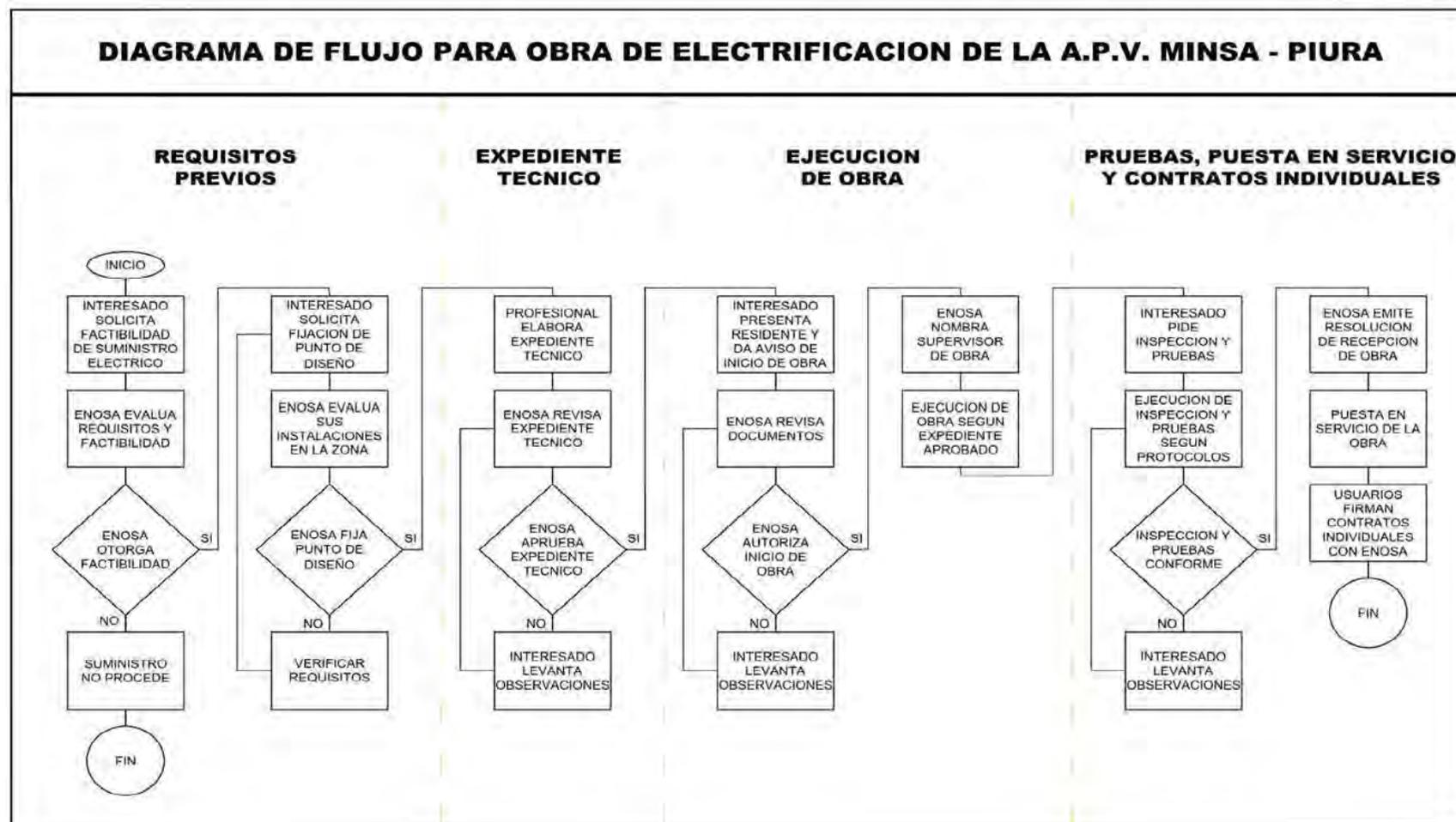


Figura 3. Diagrama de flujo para obra de electrificación MINSA
 Fuente: Datos brindados por Enosa

Capítulo 2

Criterios durante la etapa de diseño

2.1 Factibilidad

El documento R-410-2014/Enosa del 03.09.14, de factibilidad de suministro eléctrico, fija el punto de diseño, y parámetros siguientes, para tener en cuenta en los cálculos del proyecto:

Tabla 2. Datos técnicos punto de diseño

Punto de diseño	Estructura M.T. (NTCSE)	Alimentador	Nivel tensión (KV)	Ubicación	Máxima demanda (KW)	PCC 3Φ (MVA)	PCC 1Φ (MVA)	SET
Subsistema de distribución	137085	1941	22.9	A.P.V. Las Lomas del Chipe	140	114	0	Piura Centro

Fuente: Datos brindados por Enosa

A continuación, se presentan las condiciones técnicas para los subsistemas de distribución primaria, secundaria y conexiones domiciliarias, señalados por Enosa en el documento de factibilidad, y que servirán como consideraciones a tomar en cuenta para la elaboración del proyecto, se muestran en la tabla 3, tabla 4, tabla 5 y tabla 6.

2.2 Diseño de la red primaria y red secundaria

Se llevó a cabo una evaluación de las cargas, caídas de tensión y pérdidas de potencia, así como el estudio del radio de acción de una subestación determinándose la necesidad de 02 subestaciones aéreas biposte dentro del proyecto, con la finalidad de garantizar un sistema económico, y por lo tanto un proyecto rentable.

También se hizo un cambio, con respecto a la carta de factibilidad, debido a que se diseñaron dos derivaciones desde la Línea que alimenta la Planta de Tratamiento de agua de Curumuy hacia los terrenos de la Asociación en vez de uno como señalaba el citado documento. Es decir que se hizo una derivación para cada subestación.

Con este cambio se logró reducir la longitud de red primaria dentro del área del proyecto y por tanto una línea más económica. Se evitó también ejecutar un tramo paralelo de red primaria con respecto a la línea existente de alimentación.

Tabla 3. Condiciones técnicas para S.D.P. (Parte I)

CONDICIONES TÉCNICAS PARA SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA	
TENSIÓN DEL SERVICIO	(1) 22.9/13.2 KV; 3Φ NEUTRO MULTIATERRADO (2) 22.9/13.2 KV; 3Φ NEUTRO AISLADO (3) 22.9 KV; 3Φ NEUTRO AISLADO (4) 10.0 KV; 3Φ SISTEMA ESTRELLA AISLADO CON PROYECCIÓN ATERRADO MEDIANTE RESISTENCIA
VANO PROMEDIO	(5) 70 A 80 m URBANO (6) 80 A 100 m RURAL
POSTES	(7) Madera Tratada (A) 13 m. Clase 5 (B) 13 m. Clase 6 (C) > 13 m. (8) C.A.C. 13 m. (9) Acero galvanizado
PROTECCIÓN DE POSTES	(10) (A) Cristaflex (B) otro
CRUCETAS	(11) C.A.V. (A) Simétrica (B) Asimétrica (12) Madera tratada (13) Fierro Galvanizado en caliente
MENSULAS	(14) C.A.V. (A) 1.00 m. (B) 1.50 m. (15) Fierro Galvanizado en caliente
PALOMILLA	(16) C.A.V. Especial
CONDUCTORES	(17) Aluminio (A) AAAC (B) ASCR (C) AAAC Forrado (18) Aluminio protegido con grasa neutra tipo (A) AAAC (B) ASCR (19) (A) Cobre desnudo (B) coperwell (C) Forrado
AISLADORES	(20) Clase ANSI 53-2, tipo carrete (21) Tipo Pin (A) Híbrido (B) Polimérico de 27 KV (22) Tipo Suspensión Polimérico (A) 27 KV (B) 36 KV (23) Clase ANSI 54-2, tipo Tensor
FERRETERÍA	(24) (A) Galvanizado en caliente (B) Bronce Zincado
PARARRAYOS	(25) 27 KV, 10 KA Óxido de Zinc const. En polímeros
SECCIONADOR FUSIBLE	(26) Unipolar tipo Cut Out, 36 KV - 100 A 170 KV BIL (27) Unipolar tipo Cut Out, 36 KV - 100 A 150 KV BIL (28) Unipolar tipo Cut Out, 15 KV - 100 A 95 KV BIL (29) Unipolar tipo Cut Out, 27 KV - 100 A 125 KV BIL (30) Unipolar tipo Cut Out, 27 KV - 100 A 150 KV BIL
TERMINAL DE MEDIA TENSIÓN	(31) Kit de 3M para cables seco de M.T. de goma de silicona
SUBESTACIÓN	(32) Monoposte sin losa, con palomilla de 1.50 m (33) Monoposte con losa, con palomilla de 1.50 m (34) Biposte con palomillas de 1.10 m (35) En caseta a nivel

Fuente: Datos brindados por Enosa

Tabla 4. Condiciones técnicas para S.D.P. (Parte II)

CONDICIONES TÉCNICAS PARA ELECTRIFICACIÓN PARA ASOCIACIÓN PRO VIVIENDA Y SERVICIOS MÚLTIPLES DE LOS TRABAJADORES DEL MINSA PIURA, UBICADO EN EL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE PIURA.		
CONDICIONES TÉCNICAS PARA SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA		
TRANSFORMADOR	(36)	Enfriamiento (A) ONAN (B) ONAF
	(37)	Aisladores pasatapas (A) Poliméricos (B) Porcelana
		TAP'S de Regulación
		(A) Nivel de Tensión de 10 KV
		(B) Nivel de Tensión de 22.9 KV
		(C) Ambos Niveles de tensión 10 KV y 22.9 KV
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(39)	1.00 X 0.90 X 0.25 m de plancha de 2mm de espesor con abrazadera de F°G°
	(40)	En función a su distribución de cargas
INTERRUPTOR DE PROTECCIÓN EN F	(41)	Termomagnético
CONTROL DE A.P.	(42)	Interruptor Horario Digital
MEDIDOR TOTALIZADOR	(43)	Electrónico Multitarifa multifunción modelo A1RLQ+ Spectrum SFX Similar o de mejores características
CABLE DE ENERGÍA	(44)	NYT para el conexionado del transformador al tablero de distribución
	(45)	Unipolar tipo N2XSY, para acometida subterránea en MT
	(46)	Tripolar tipo N2SXEY
	(47)	Autoportante tipo NA2XSA2Y-S
PUESTA A TIERRA	(48)	Tipo varilla con sal, carbón y tierra agrícola
	(49)	Tipo varilla con bentonita
	(50)	Tipo Espiral
	(51)	Tipo Varilla, con cemento conductor
MEDICIÓN ESPECIAL EN M.T.	(52)	Trafomix con aisladores pasatapa poliméricos
		(A) 22.9 KV (B) 10 KV (C) 22.9/10 KV (D) 22.9/13.2 KV (E) 22.9/13.8 KV
	(53)	En celda de salida
TABLERO DE MEDICIÓN	(54)	0.47 X 0.48 X 0.23 m de plancha de 2 mm espesor con doble compartimiento para equipo de medición
PROTECCIÓN DE LA MEDICIÓN	(55)	Seccionador fusible tipo CUT OUT
PROTECCIÓN DE SUBESTACIÓN	(56)	Seccionador de potencia (A) 15KV 100 A (B) 36 KV 100 A
	(57)	Sistema de protección contra fallas a tierra

Fuente: Datos brindados por Enosa

Tabla 5. Condiciones técnicas para S.D.S. y conexiones domiciliarias (Parte I)

CONDICIONES TÉCNICAS PARA ELECTRIFICACIÓN PARA ASOCIACIÓN PRO VIVIENDA Y SERVICIOS MÚLTIPLES DE LOS TRABAJADORES DEL MINSA PIURA, UBICADO EN EL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE PIURA.	
CONDICIONES TÉCNICAS PARA SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA	
CALIFICACIÓN ELÉCTRICA	(1) 400 W / Lote
	(2) 800 W / Lote
	(3) 900 W / Lote (6 W x m ² de Área)
	(4) 1200 W / Lote (8 W x m ² de Área)
	(5) 1200 W / Lote (13 W x m ² de Área)
TENSIÓN DEL SERVICIO	(6) 440 / 220 V, 1 Φ multiaterrado
	(7) 380 / 220 V, 3 Φ multiaterrado
	(8) 220 V, 3 Φ aislado
VANO PROMEDIO	(9) 30 a 38 m URBANO
	(10) 40 a 50 m RURAL
POSTES	(11) Madera tratada (A) 9 m (B) 11 m
	(12) Concreto Armado Centrifugado (A) 9 m (B) 11 m
	(13) Acero Galvanizado
CONDUCTORES	(14) Autoportante de cobre (A) CAI (B) CAI - S
	(15) Autoportante de Aluminio tipo CAAl
AISLADORES	(16) Clase ANSI 53-2, tipo carrete
	(17) Clase ANSI 54-1, tipo tensor
LUMINARIA	(18) Corta, tipo II, haz semirecortado, con difusor en policarbonato inyectado, IP-65, compartimento porta equipo, E-27, 50 W
	(19) Media, tipo II, haz semirecortado, ídem al anterior, E-27, 70 W
	(20) Media, tipo II, haz semirecortado, ídem al anterior, E-40, 150 W
PASTORAL	(21) Tipo Sucre "C" doble y triple de C.A.V.
	(22) Doble curvatura de F°G°
	(23) Parabólico de F°G°
LÁMPARA	(24) Vapor de Na Alta Presión de 50 W
	(25) Vapor de Na Alta Presión de 70 W
	(26) Vapor de Na Alta Presión de 150 W
EQUIPO DE ENCENDIDO	(27) Ignitor electrónico superpuesto de parada automática, balasto, condensador.
FERRETERÍA	(28) (A) Galvanizado en caliente (B) Bronce Zincado
CONECTORES	(29) Bimetálico tipo Cuña
ACOMETIDAS	(30) Simples
CABLE CONCÉNTRICO	(31) 2 X 4 mm ² de Sección
CAJA DE DERIVACIÓN	(32) Para 04 acometidas
	(33) Para 10 acometidas

Fuente: Datos brindados por Enosa

Tabla 6. Condiciones técnicas para S.D.S. y conexiones domiciliarias (Parte II)

CONDICIONES TÉCNICAS PARA ELECTRIFICACIÓN PARA ASOCIACIÓN PRO VIVIENDA Y SERVICIOS MÚLTIPLES DE LOS TRABAJADORES DEL MINSA PIURA, UBICADO EN EL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE PIURA.		
CONDICIONES TÉCNICAS PARA SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA		
PORTALÍNEA CLEVIS	(34)	F°G° 3" X 3" X 3/16"
CAJA PORTAMEDIDOR	(35)	Para medidor, con chapa de seguridad, 0.32 X 0.18 X 0.12 m
MEDIDOR DE ENERGÍA	(36)	Monofásico electrónico de 5-50 Amperios, clase de precisión 1.
MURETES	(37)	Ladrillo 0.75 X 1.60 X 0.25 con sobrecimiento y cimient
	(38)	Prefabricados 0.30 X 1.60 X 0.25 con sobrecimiento y cimient
EMPALMES	(39)	Mantas y capuchones termocontraibles
LOCALIZACIÓN DE A.P.	(40)	Rural: Únicamente parque, plaza y calles principales
	(41)	Urbano: Calles principales sin duplicar luminarias existentes
PUESTA A TIERRA	(42)	Tipo varilla con sal, carbón vegetal, tierra agrícola
	(43)	Tipo varilla con sales hidrosκόpicas gel o bentonita
	(44)	Tipo varilla con cemento conductivo

Fuente: Datos brindados por Enosa

Evitar un recorrido de líneas primarias dentro de urbanizaciones con calles estrechas y pasajes, reduce los costos en armados, que se utilizan para cumplir con las distancias mínimas de seguridad, ver figura 4 y figura 5.



Figura 4. Punto de diseño otorgado por Enosa

Fuente: Datos brindados por Enosa

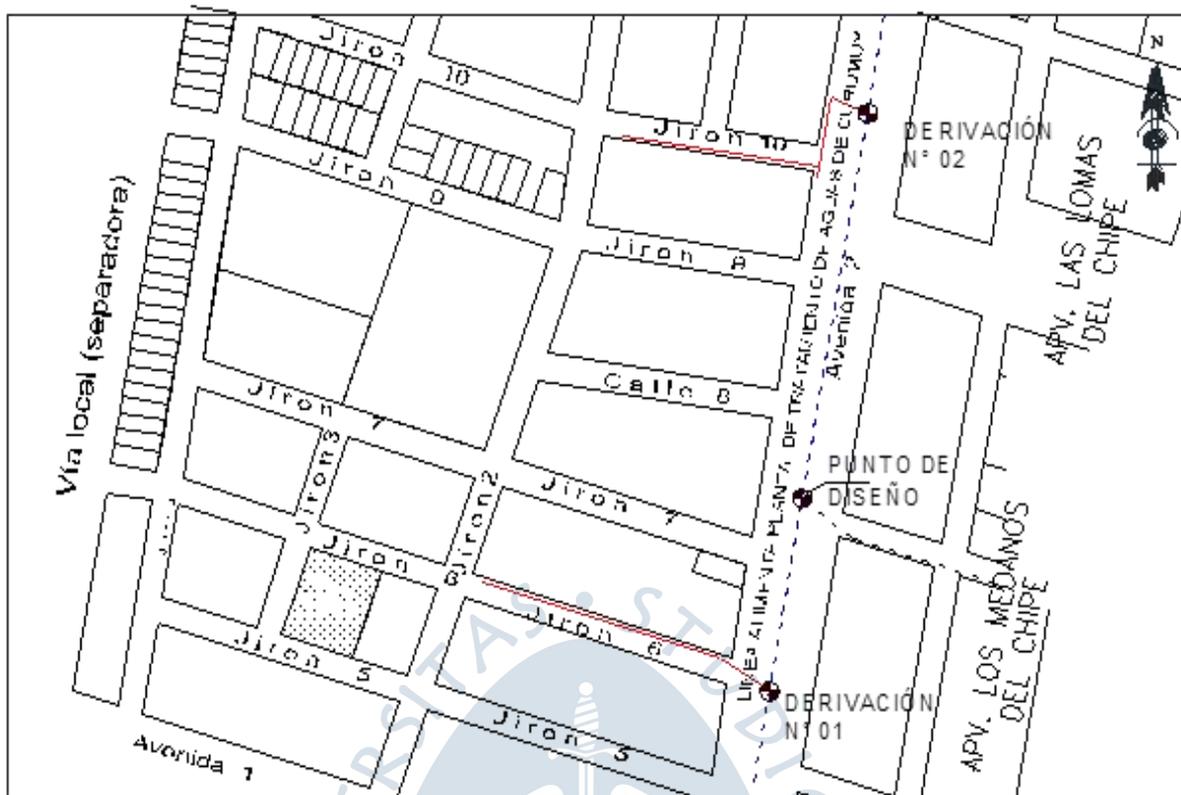


Figura 5. Derivaciones proyectadas vs punto de diseño otorgado por Enosa
Fuente: Datos brindados por Enosa

2.3 Cálculo de la demanda máxima

En cumplimiento de la norma DGE: “calificación eléctrica para la elaboración de proyectos de sub-sistemas de distribución secundaria” aprobada por resolución ministerial RM-531-2005-DM, se ha asignado una demanda máxima de 800 vatios para cada lote, por ser una habilitación de baja densidad poblacional tipo 3 (zona- R3).

De acuerdo con el estudio de baja tensión se estableció la demanda máxima proyectada, detallada como sigue:

Tabla 7. Cálculo máxima demanda para S.E.D. N° 01

Item	Descripción	Cantidad	Demanda (W)	F.S.	Total kW
1	Lotes	236.00	800.00	0.50	94.4
2	Lámparas de vapor de sodio de 70 W	63.00	82.00	1.00	5.16
3	Cargas espaciales: otros usos	1.00	2000.00	1.00	2.00
Total demanda S.E.D. N° 01 (kW)					101.56

Tabla 8. Cálculo máxima demanda para S.E.D. N° 02

Item	Descripción	Cantidad	Demanda (W)	F.S.	Total kW
1	Lotes	188.00	800.00	0.50	75.2
2	Lámparas de vapor de sodio de 70 W	48.00	82.00	1.00	3.94
3	Cargas espaciales: otros usos	1.00	2000.00	1.00	2
Total demanda S.E.D. N° 02 (kW)					81.14



Capítulo 3

Cálculos eléctricos y mecánicos del subsistema de distribución primaria

3.1 Cálculo eléctrico

3.1.1 Distancia mínima entre fases

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$D = 0.0076 \times V + 0.37\sqrt{f}$$

Donde:

V : Tensión nominal (KV)

f : Flecha máxima a mitad del vano (m)

Obteniéndose para una flecha máxima de 1.362 m una distancia mínima entre fases:

D = 0.61 m, adoptándose la siguiente disposición de conductores

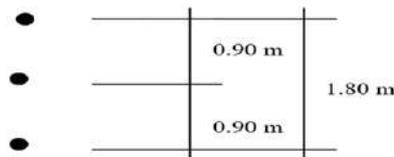


Figura 6. Distancia mínima entre fases

Fuente: En base a CNE Elaboración propia

3.1.2 Parámetros eléctricos y características

a) Resistencia (R)

$$R_{75^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} \times (1 + \alpha\Delta T)$$

Donde:

$R_{20^{\circ}}$: Resistencia del conductor a 20°C (Ω/km)

$R_{75^{\circ}}$: Resistencia del conductor a 75°C (Ω/km)

α : Coeficiente resistividad térmica aleación de aluminio ($0.0036 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)

ΔT : Incremento de temperatura (55 °C)

b) Inductancia (X)

$$X_{3\phi} = 0.376992 \times (c + 0.4605x \log \frac{Dm_{3\phi}}{re})$$

$$Dm_{3\phi} = \sqrt[3]{0.90 \times 0.90 \times 1.80} = 1.134 \text{ m}$$

$$re = 0.726r$$

Donde:

c : 0.05 para conductor sólido

c : 0.064 para conductor cableado

Dm : Diámetro medio geométrico (m)

re : Radio equivalente (m)

r : Radio del conductor (m)

S : Sección del conductor (mm²)

c) Impedancia de la línea (K)

$$K_{3\phi} = R \cos \phi + X_{3\phi} \sin \phi$$

Donde:

K_{3φ} : Constante de caída de tensión (Ω/Km)

R : Resistencia del conductor a temperatura de operación (75 °C) (Ω/Km)

X : Inductancia (Ω/Km)

φ : Angulo del factor de potencia (0.90)

3.2 Diagrama de cargas y cálculo de la caída de tensión

Para efectuar el cálculo de la caída de tensión se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$\Delta V\% = \frac{kVA \times L}{10 \times V^2} \times k$$

Donde:

kVA : Potencia en cada punto en kVA

L : Longitud (km)

V : Tensión de la línea (kV)

Seguidamente se muestran el cuadro de cálculo y el diagrama de carga respectivo, en los cuales los números en las flechas corresponden a la potencia en kVA de cada punto. Se efectúa el cálculo para la tensión de funcionamiento de esta red 22 900 voltios.

Se puede apreciar en los resultados que la caída de tensión está dentro del límite permitido, que es del 5 % exigido en el artículo 5, numeral 5.1.2 de la norma técnica de calidad de servicio eléctrico, aprobada por Decreto Supremo N° 020-97-EM.

Tabla 9. Cálculo caída de tensión S.E. N° 01

PUNTO	POTENCIA	Σ POTENCIA	TENSIÓN	LONGITUD	SECCIÓN	K	ΔV	$\Sigma \Delta V$
	KVA	KVA	KV	KM	MM2	(OHM/KM)	(%)	(%)
PUNTO DE DISEÑO S.E. N° 01	125	125	22.9	0.139	35	1.235	0.004	0.004

Tabla 10. Cálculo caída de tensión S.E. N° 02

PUNTO	POTENCIA	Σ POTENCIA	TENSIÓN	LONGITUD	SECCIÓN	K	ΔV	$\Sigma \Delta V$
	KVA	KVA	KV	KM	MM2	(OHM/KM)	(%)	(%)
PUNTO DE DISEÑO S.E. N° 02	100	100	22.9	0.133	35	1.235	0.003	0.003

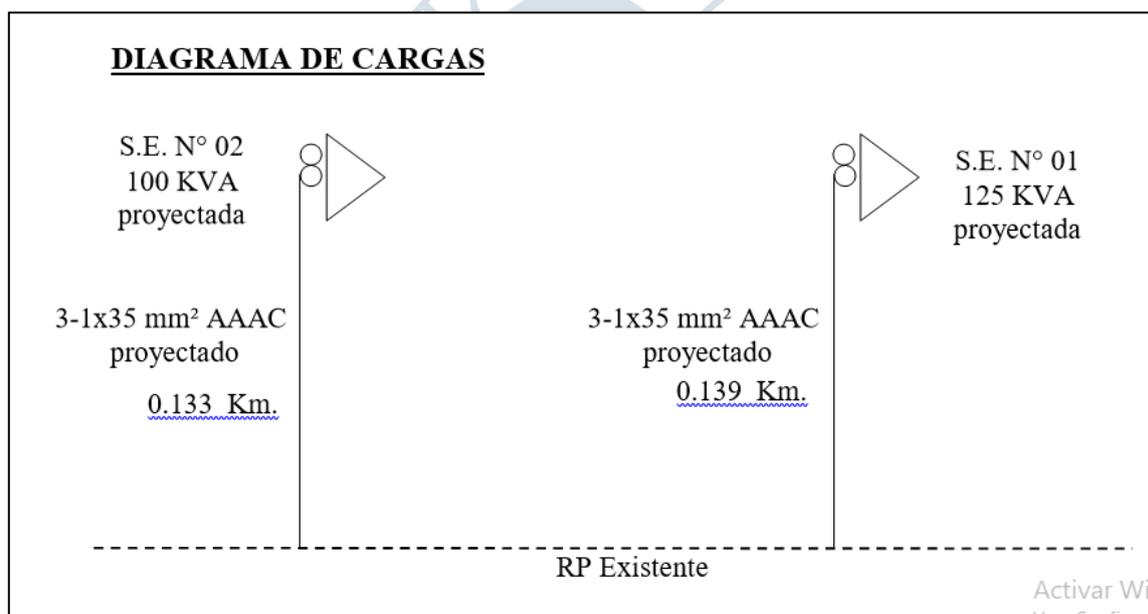


Figura 7. Diagrama de cargas

3.3 Elección y características del conductor

Si bien los cálculos eléctricos, arrojaron el uso de un conductor de menor sección se optó por el conductor AAAC de 35 mm², por ser muy común su uso y recomendado por ENOSA, ya que permite ampliaciones de redes primarias.

Tabla 11. Características conductor AAAC 35

Sección (mm ²)	R20° (Ω/Km)	R75° (Ω/Km)	re (m)	X _{3φ} (Ω/Km)	K (Ω/Km)
AAAC 35	0.948	1.136	0.002423	0.4877	1.235

Fuente: Catálogo de fabricante de conductores INDECO

3.4 Cálculo mecánico de conductores

3.4.1 Hipótesis de cálculo

Se consideran las hipótesis señaladas en el ítem. 1.7, Bases legal y parámetros de diseño.

El cálculo se realiza considerando que la máxima presión del viento, según el Código Nacional de Electricidad, es producida por el viento con velocidad de 70 km/hr (19.5 m/s).

3.4.2 Cálculos de esfuerzo y flecha

Los esfuerzos en las hipótesis de máxima flecha se calculan a partir de la hipótesis en condiciones normales, mediante la ecuación de cambio de estado:

$$\sigma_2^2 \left[\sigma_2 + E\alpha(t_2 - t_1) + \frac{Wr_1^2 L^2 E}{24A^2 \sigma_1^2} - \sigma_1 \right] = \frac{Wr_2^2 L^2 E}{24A^2}$$

$$Wr = \sqrt{W^2 + P'_v{}^2}$$

$$P'_v = K \times V^2 \times S_f \times D$$

$$f = \frac{Wr \times L^2}{8A\sigma}$$

Donde :

σ_1 : Esfuerzo admisible en la hipótesis de condiciones normales (Pa x 10⁶)

σ_2 : Esfuerzo admisible en la hipótesis final (Pa x 10⁶)

Wr_1 : Resultante en la hipótesis de partida (N/m)

Wr_2 : Resultante en la hipótesis final (N/m)

t_1 : Temperatura en la hipótesis de partida (°C)

t_2 : Temperatura en la hipótesis (°C)

α : Coeficiente de dilatación lineal (0.000023 °C⁻¹)

- E : Módulo de elasticidad (69600×10^6 Pa)
- A : Sección del conductor (mm^2)
- L : Vano (m)
- W : Peso propio del conductor (N/m)
- P'v : Componente adicional por presión del viento (Kg/m)
- K : Constante igual a 0.613 para elevaciones menores a 3000 msnm.
- S_f : Factor de forma (es igual a 1 para conductores de superficie cilíndrica)
- D : Diámetro exterior del conductor (m)
- V : Velocidad del Viento (m/s)
- F : Flecha en el centro del vano (m)

3.4.3 *Cálculo del vano básico (V.B.)*

El vano básico se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$V.B. = \sqrt{\frac{L1^3 + L2^3 + \dots + Ln^3}{L1 + L2 + \dots + Ln}}$$

Se adopta un vano básico de 70 metros en áreas urbanas, porque con 70 metros entre soportes de media tensión, se puede instalar un soporte de baja tensión con su equipo de iluminación entre ambos, cumpliendo las distancias mínimas de seguridad.

3.4.4 *Cuadro de resultados*

Se muestra en la Tabla 12 las características mecánicas de los conductores en las diferentes hipótesis consideradas:

Tabla 12. Características mecánicas de los conductores AAAC-35

Hipotesis Seleccionada: 1 - Templado Vel Viento (km/h): 0
 Espesor del Hielo: 0

Conductor: AAAC-35
 Sección: 35.00mm²
 Peso Unitario: 0.10 Kg/m
 Tiro de Rotura: 994.50 Kg
 EDS (% Ruptura): 20.00%

Hipotesis I: Templado Vel Viento: 0.00 (km/h)
 Hipotesis II: Máximo Esfuerzo o c/v Vel Viento: 90.00 (km/h)
 Hipotesis III: Máximo Esfuerzo o s/v Vel Viento: 0.00 (km/h)
 Hipotesis IV: Flecha Máxima Vel Viento: 0.00 (km/h)

vano [m]	Temp [C]→	Hip 1=25°	Hip 2=10°	Hip 3=10°	Hip 4=40°	Hip 5=50°	20.00°	21.00°	22.00°	23.00°	24.00°	25.00°	26.00°	27.00°	28.00°	29.00°	30.00°
20	fecha [m]	0.02	0.06	0.02	0.04	0.06	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	Tiro T0 [Kg]	198.9	271.21	267.39	131.04	87.31	22.17	217.13	212.57	208.01	203.46	198.9	194.35	189.8	185.25	180.7	176.16
	Tiro Max [Kg]	203.03	277.22	272.88	133.83	89.23	226.28	221.63	216.98	212.33	207.68	203.03	198.39	193.75	189.11	184.48	179.85
30	fecha [m]	0.06	0.13	0.04	0.08	0.12	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
	Tiro T0 [Kg]	198.9	275.28	266.98	132.19	90.59	221.52	216.99	212.46	207.93	203.41	198.9	194.39	189.89	185.39	180.9	176.41
	Tiro Max [Kg]	203.13	281.71	272.56	135.1	92.68	226.2	221.58	216.96	212.35	207.74	203.13	198.53	193.94	189.35	184.77	180.2
40	fecha [m]	0.1	0.23	0.07	0.15	0.21	0.09	0.09	0.09	0.09	0.1	0.1	0.1	0.1	0.11	0.11	0.11
	Tiro T0 [Kg]	198.9	290.55	266.41	133.69	94.43	221.27	216.78	212.3	207.83	203.36	198.9	194.45	190.01	185.58	181.16	176.75
	Tiro Max [Kg]	203.23	287.42	272.08	136.73	96.7	226.04	221.47	216.9	212.34	207.87	203.23	198.69	194.17	189.65	185.14	180.65
50	fecha [m]	0.15	0.35	0.12	0.23	0.31	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17
	Tiro T0 [Kg]	198.9	286.71	265.68	135.45	98.51	220.96	216.53	212.1	207.69	203.29	198.9	194.52	190.16	185.81	181.48	177.17
	Tiro Max [Kg]	203.33	294.06	271.43	138.64	100.97	225.83	221.31	216.8	212.3	207.81	203.33	198.87	194.42	189.99	185.57	181.17
60	fecha [m]	0.22	0.49	0.17	0.32	0.43	0.2	0.2	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23	0.23	0.24	0.24	0.25
	Tiro T0 [Kg]	198.9	293.51	264.81	137.41	102.65	220.59	216.22	211.87	207.53	203.21	198.9	194.61	190.34	186.09	181.86	177.66
	Tiro Max [Kg]	203.44	301.34	270.64	140.74	105.3	225.55	221.1	216.66	212.24	207.83	203.44	199.06	194.71	190.37	186.06	181.77
70	fecha [m]	0.3	0.65	0.23	0.43	0.56	0.27	0.28	0.28	0.29	0.3	0.3	0.31	0.31	0.32	0.33	0.34
	Tiro T0 [Kg]	198.9	300.72	263.79	139.5	106.74	220.17	215.88	211.6	207.35	203.11	198.9	194.71	190.54	186.4	182.28	178.2
	Tiro Max [Kg]	203.54	309.06	269.71	142.97	109.58	225.22	220.85	216.49	212.15	207.84	203.54	199.27	195.02	190.79	186.6	182.43
80	fecha [m]	0.39	0.83	0.3	0.55	0.71	0.36	0.36	0.37	0.38	0.39	0.39	0.4	0.41	0.42	0.43	0.44
	Tiro T0 [Kg]	198.9	308.19	262.65	141.65	110.72	219.69	215.49	211.31	207.15	203.01	198.9	194.82	190.76	186.74	182.75	178.79
	Tiro Max [Kg]	203.64	317.04	268.64	145.28	113.75	224.85	220.56	216.3	212.05	207.84	203.64	199.48	195.35	191.24	187.17	183.14
90	fecha [m]	0.5	1.02	0.38	0.69	0.87	0.45	0.46	0.47	0.48	0.49	0.5	0.51	0.52	0.53	0.54	0.55
	Tiro T0 [Kg]	198.9	315.79	261.38	143.83	114.57	219.18	215.07	210.99	206.93	202.9	198.9	194.93	191	187.1	183.23	179.41
	Tiro Max [Kg]	203.75	325.16	267.46	147.61	117.78	224.43	220.24	216.07	211.94	207.83	203.75	199.7	195.69	191.72	187.78	183.88
100	fecha [m]	0.62	1.23	0.47	0.84	1.04	0.56	0.57	0.58	0.59	0.6	0.62	0.63	0.64	0.65	0.67	0.68
	Tiro T0 [Kg]	198.9	323.43	260	146.01	118.25	218.63	214.63	210.65	206.7	202.78	198.9	195.05	191.24	187.47	183.74	180.06
	Tiro Max [Kg]	203.86	333.33	266.16	149.94	121.65	223.98	219.89	215.83	211.81	207.82	203.86	199.94	196.05	192.21	188.41	184.65
110	fecha [m]	0.74	1.45	0.57	1	1.22	0.68	0.69	0.7	0.72	0.73	0.74	0.76	0.77	0.79	0.8	0.82
	Tiro T0 [Kg]	198.9	331.04	258.53	148.15	121.77	218.06	214.16	210.29	206.46	202.66	198.9	195.18	191.5	187.86	184.27	180.72
	Tiro Max [Kg]	203.97	341.47	264.76	152.24	125.35	223.5	219.52	215.58	211.67	207.8	203.97	200.17	196.42	192.71	189.05	185.43
120	fecha [m]	0.89	1.69	0.69	1.17	1.41	0.81	0.82	0.84	0.85	0.87	0.89	0.9	0.92	0.94	0.95	0.97
	Tiro T0 [Kg]	198.9	338.57	256.98	150.25	125.13	217.46	213.67	209.92	206.21	202.53	198.9	195.31	191.76	188.25	184.8	181.39
	Tiro Max [Kg]	204.07	349.54	263.28	154.49	128.89	223	219.14	215.31	211.53	207.78	204.07	200.41	196.79	193.22	189.7	186.22
130	fecha [m]	1.04	1.94	0.81	1.36	1.61	0.95	0.97	0.99	1	1.02	1.04	1.06	1.08	1.1	1.12	1.14
	Tiro T0 [Kg]	198.9	346	255.35	152.29	128.32	216.85	213.18	209.55	205.96	202.41	198.9	195.44	192.02	188.65	185.32	182.05
	Tiro Max [Kg]	204.19	357.51	261.73	156.68	132.26	222.48	218.74	215.04	211.38	207.76	204.19	200.66	197.17	193.74	190.35	187.01
140	fecha [m]	1.21	2.21	0.95	1.56	1.83	1.11	1.13	1.15	1.17	1.19	1.21	1.23	1.25	1.27	1.29	1.31
	Tiro T0 [Kg]	198.9	353.3	253.67	154.25	131.36	216.23	212.68	209.17	205.7	202.28	198.9	195.57	192.28	189.04	185.85	182.71
	Tiro Max [Kg]	204.3	365.35	260.13	158.8	135.48	221.96	218.34	214.77	211.23	207.74	204.3	200.9	197.55	194.25	191	187.8
150	fecha [m]	1.38	2.48	1.09	1.76	2.05	1.28	1.3	1.32	1.34	1.36	1.38	1.41	1.43	1.45	1.48	1.5
	Tiro T0 [Kg]	198.9	360.46	251.95	156.15	134.25	215.6	212.18	208.79	205.45	202.15	198.9	195.69	192.54	189.43	186.37	183.36
	Tiro Max [Kg]	204.41	373.04	258.48	160.85	138.54	221.43	217.94	214.49	211.08	207.72	204.41	201.14	197.93	194.76	191.64	188.57
160	fecha [m]	1.58	2.77	1.25	1.98	2.29	1.46	1.48	1.5	1.53	1.55	1.58	1.6	1.63	1.65	1.68	1.7
	Tiro T0 [Kg]	198.9	367.46	250.19	157.97	137	214.98	211.67	208.41	205.2	202.03	198.9	195.82	192.79	189.81	186.88	183.99
	Tiro Max [Kg]	204.52	380.58	256.8	162.82	141.46	220.91	217.54	214.22	210.94	207.71	204.52	201.39	198.3	195.26	192.27	189.33
170	fecha [m]	1.78	3.07	1.42	2.21	2.53	1.65	1.67	1.7	1.73	1.75	1.78	1.81	1.83	1.86	1.89	1.92
	Tiro T0 [Kg]	198.9	374.29	248.42	159.71	139.61	214.36	211.18	208.04	204.95	201.9	198.9	195.95	193.04	190.18	187.37	184.61
	Tiro Max [Kg]	204.64	387.95	255.1	164.72	144.24	220.39	217.15	213.95	210.8	207.7	204.64	201.63	198.67	195.76	192.89	190.08
180	fecha [m]	1.99	3.38	1.61	2.46	2.79	1.86	1.88	1.91	1.94	1.97	1.99	2.02	2.05	2.08	2.11	2.14
	Tiro T0 [Kg]	198.9	380.96	246.64	161.38	142.08	213.75	210.69	207.68	204.7	201.78	198.9	196.07	193.28	190.54	187.85	185.21
	Tiro Max [Kg]	204.76	395.16	253.4	166.54	146.89	219.89	216.77	213.7	210.67	207.69	204.76	201.87	199.03	196.24	193.5	190.81

190	flecha [m]	2.22	3.71	1.8	2.71	3.06	2.07	2.1	2.13	2.16	2.19	2.22	2.25	2.28	2.31	2.35	2.38
	Tiro T0 [Kg]	198.9	387.46	244.86	162.97	144.44	213.15	210.21	207.32	204.47	201.66	198.9	196.18	193.52	190.89	188.31	185.78
	Tiro Max [Kg]	204.87	402.19	251.71	168.28	149.41	219.4	216.4	213.45	210.55	207.69	204.87	202.11	199.39	196.72	194.09	191.51
200	flecha [m]	2.46	4.04	2.01	2.98	3.34	2.3	2.33	2.37	2.4	2.43	2.46	2.49	2.53	2.56	2.59	2.63
	Tiro T0 [Kg]	198.9	393.78	243.11	164.49	146.67	212.57	209.75	206.97	204.24	201.55	198.9	196.3	193.74	191.23	188.76	186.34
	Tiro Max [Kg]	204.99	409.06	250.03	169.95	151.81	218.92	216.04	213.21	210.43	207.69	204.99	202.34	199.74	197.18	194.66	192.2
210	flecha [m]	2.71	4.39	2.24	3.25	3.63	2.55	2.58	2.61	2.65	2.68	2.71	2.75	2.78	2.82	2.85	2.89
	Tiro T0 [Kg]	198.9	399.95	241.38	165.94	148.8	212.01	209.3	206.63	204.01	201.44	198.9	196.41	193.96	191.55	189.19	186.87
	Tiro Max [Kg]	205.11	415.77	248.38	171.55	154.1	218.46	215.7	212.99	210.32	207.69	205.11	202.57	200.08	197.63	195.22	192.86
220	flecha [m]	2.98	4.74	2.47	3.54	3.93	2.8	2.84	2.87	2.91	2.94	2.98	3.01	3.05	3.09	3.12	3.16
	Tiro T0 [Kg]	198.9	405.94	239.88	167.31	150.81	211.46	208.86	206.31	203.8	201.33	198.9	196.51	194.17	191.86	189.6	187.38
	Tiro Max [Kg]	205.23	422.3	246.77	173.07	156.29	218.02	215.38	212.78	210.22	207.71	205.23	202.8	200.41	198.07	195.76	193.5
230	flecha [m]	3.26	5.11	2.72	3.84	4.24	3.07	3.11	3.14	3.18	3.22	3.26	3.29	3.33	3.37	3.41	3.45
	Tiro T0 [Kg]	198.9	411.77	238.02	168.62	152.73	210.93	208.44	206	203.59	201.23	198.9	196.61	194.37	192.16	189.99	187.87
	Tiro Max [Kg]	205.36	428.67	245.2	174.53	158.37	217.61	215.07	212.58	210.13	207.72	205.36	203.03	200.74	198.49	196.29	194.12
240	flecha [m]	3.54	5.49	2.98	4.15	4.56	3.35	3.39	3.43	3.47	3.51	3.54	3.58	3.62	3.66	3.7	3.74
	Tiro T0 [Kg]	198.9	417.44	236.4	169.87	154.56	210.42	208.04	205.7	203.39	201.13	198.9	196.71	194.56	192.45	190.37	188.33
	Tiro Max [Kg]	205.48	434.88	243.67	175.93	160.35	217.21	214.78	212.4	210.05	207.75	205.48	203.25	201.06	198.91	196.8	194.72
250	flecha [m]	3.85	5.88	3.26	4.47	4.9	3.64	3.68	3.72	3.77	3.81	3.85	3.89	3.93	3.97	4.01	4.05
	Tiro T0 [Kg]	198.9	422.96	234.84	171.05	156.29	209.93	207.65	205.41	203.2	201.03	198.9	196.8	194.74	192.72	190.73	188.77
	Tiro Max [Kg]	205.6	440.94	242.2	177.26	162.25	216.84	214.51	212.23	209.98	207.77	205.6	203.47	201.37	199.31	197.29	195.3
260	flecha [m]	4.16	6.28	3.55	4.81	5.24	3.95	3.99	4.03	4.08	4.12	4.16	4.2	4.25	4.29	4.33	4.37
	Tiro T0 [Kg]	198.9	428.32	233.33	172.17	157.94	209.47	207.28	205.13	203.02	200.94	198.9	196.89	194.92	192.98	191.07	189.2
	Tiro Max [Kg]	205.73	446.84	240.78	178.54	164.06	216.49	214.26	212.07	209.92	207.81	205.73	203.69	201.68	199.7	197.76	195.85
270	flecha [m]	4.49	6.69	3.85	5.15	5.6	4.27	4.31	4.36	4.4	4.44	4.49	4.53	4.57	4.62	4.66	4.71
	Tiro T0 [Kg]	198.9	433.52	231.88	173.24	159.51	209.02	206.93	204.87	202.85	200.86	198.9	196.98	195.08	193.22	191.4	189.6
	Tiro Max [Kg]	205.86	452.59	239.42	179.76	165.79	216.16	214.03	211.93	209.87	207.85	205.86	203.9	201.97	200.08	198.22	196.39
280	flecha [m]	4.83	7.11	4.16	5.51	5.96	4.6	4.65	4.69	4.74	4.78	4.83	4.87	4.92	4.96	5.01	5.05
	Tiro T0 [Kg]	198.9	438.59	230.48	174.26	161	208.59	206.59	204.62	202.68	200.78	198.9	197.06	195.24	193.46	191.71	189.98
	Tiro Max [Kg]	205.98	458.2	238.13	180.92	167.44	215.85	213.81	211.8	209.83	207.89	205.98	204.11	202.26	200.45	198.66	196.91
290	flecha [m]	5.18	7.54	4.49	5.88	6.34	4.95	4.99	5.04	5.08	5.13	5.18	5.22	5.27	5.32	5.36	5.41
	Tiro T0 [Kg]	198.9	443.51	229.14	175.23	162.42	208.19	206.27	204.38	202.52	200.7	198.9	197.13	195.39	193.68	192	190.35
	Tiro Max [Kg]	206.11	463.66	236.89	182.04	169.02	215.56	213.61	211.69	209.8	207.94	206.11	204.32	202.55	200.81	199.09	197.41
300	flecha [m]	5.54	7.99	4.84	6.26	6.73	5.3	5.35	5.4	5.44	5.49	5.54	5.59	5.64	5.68	5.73	5.78
	Tiro T0 [Kg]	198.9	448.29	227.86	176.15	163.77	207.8	205.96	204.15	202.37	200.62	198.9	197.2	195.54	193.9	192.28	190.69
	Tiro Max [Kg]	206.24	468.98	235.71	183.11	170.53	215.3	213.43	211.59	209.78	208	206.24	204.52	202.82	201.15	199.51	197.9

Fuente: Obtenidos de cálculos de acuerdo a Norma DGE. “Bases para diseño de líneas y redes secundarias con conductores auto parlantes para electrificación rural” según RD N° 031-2013-EM/DGE

3.5 Cálculo mecánico de estructuras

3.5.1 Hipótesis consideradas

a) Alineamiento

Presión del viento sobre el poste

Presión del viento sobre los conductores

Rotura de conductores (anormal)

b) Anclaje

Presión del viento sobre el poste

Presión del viento sobre los conductores

Tiro de los conductores

Rotura del conductor (anormal)

3.5.2 Cálculo de esfuerzos

Se consideran los esfuerzos producidos por el viento con una presión de 170.35 Pa para una velocidad de 70 Km/hr (19.5 m/s) y por la tracción de los conductores.

a) Fuerza del viento sobre el poste (F_{vp})

$$F_{vp} = P_v \times A_{pv}$$

$$P_v = K \times V^2 \times S_f$$

$$A_{pv} = H_{pv} \times \left(\frac{D_p + D_e}{2} \right)$$

$$D_e = D_b - \left(\frac{D_b - D_p}{H_{pv} + H_t} \right) \times H_t$$

$$Z = \frac{H_{pv}}{3} \times \left(\frac{D_e + 2D_p}{D_e + D_p} \right)$$

Donde:

P_v : Presión debida al viento Pa

A_{pv} : Área del poste expuesta al viento m^2

K : Constante equivalente a 0.613 para elevaciones menores a 3000 msnm.

V	: Velocidad del viento	m/s
Hpv	: Altura del poste expuesta al viento	m
Dp	: Diámetro del poste en la punta	m
Db	: Diámetro del poste en la base	m
De	: Diámetro del poste en el empotramiento	m
Ht	: Altura del empotramiento	m
Z	: Punto de aplicación de la Fvp	m
Sf	: Factor de forma (igual a 1 para superficies cilíndricas)	

Obteniéndose los siguientes valores para los postes de C.A.C. de 13 m:

Tabla 13. Tabla de esfuerzos para postes de C.A.C. de 13 m

<u>Esf.</u> (N)	<u>Ht</u> (m)	<u>Hpv</u> (m)	<u>Dp</u> (m)	<u>Db</u> (m)	<u>De</u> (m)	<u>Apv</u> (m ²)	<u>Fvp</u> (N)	<u>Z</u> (m)
3000	1.5	11.5	0.180	0.375	0.36	3.105	528.94	5.111
4000	1.5	11.5	0.180	0.375	0.36	3.105	528.94	5.111
6000	1.5	11.5	0.210	0.405	0.39	3.450	587.71	5.175

b) Fuerza del viento sobre los conductores (FC)

De acuerdo al gráfico se obtiene:

$$F_{vc} = P_v \times D \times L' \times \cos \alpha/2$$

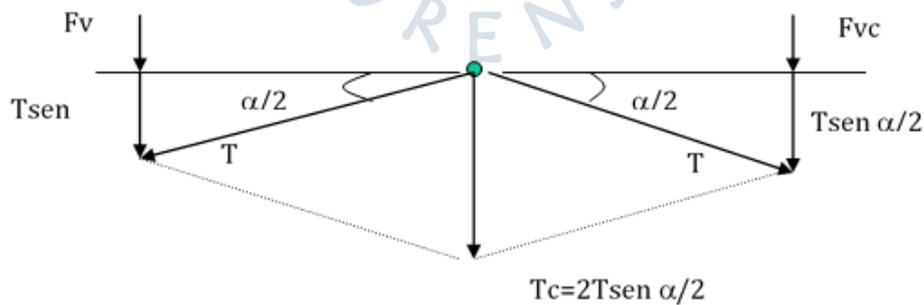


Figura 8. Diagrama de fuerza de viento en conductores
Fuente: En base a CNE elaboración propia

Donde:

Fvc	: Fuerza del viento sobre los conductores	N
Pv	: Presión debida al viento	Pa

- D : Diámetro exterior del conductor m
 L' : Vano m
 ° : Angulo de la línea

c) **Tiro de los conductores debido al ángulo (Tc)**

$$Tc = 2T \sin \alpha/2$$

Donde:

- Tc : Fuerza por tracción de los conductores N
 T : Tiro de trabajo de los conductores N
 α : Angulo de la línea (°C)

3.5.3 Cálculo de estructura de alineamiento

Se calculan los esfuerzos a 0.15 m de la punta de acuerdo con el gráfico siguiente:

a) **Fuerza del viento sobre el poste**

$$F_{vp} = 528.94 \times \frac{5.111}{11.15} = 242.46 \text{ N}$$

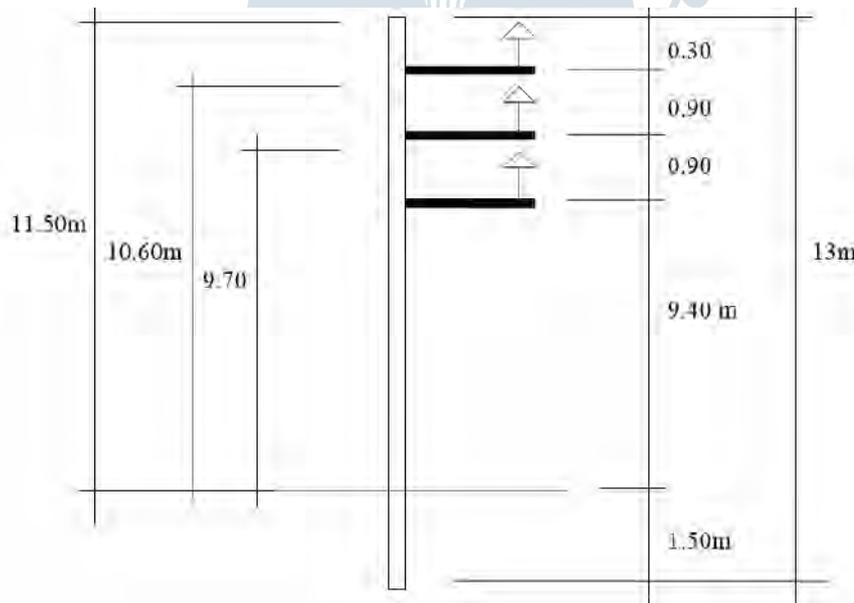


Figura 9. Diagrama de estructura de alineamiento

b) **Fuerza del viento sobre los conductores de 35 mm²**

$$F_{vc} = 170.35 \times 0.0076 \times 60 \times \cos \alpha/2$$

$$F_{vc} = 77.68 \times \left(\frac{11.50 + 10.60 + 9.70}{11.15} \right) = 221.54 \text{ N}$$

c) **Rotura del conductor superior de 35 mm²**

$$F_{vc} = 77.68 \times \left(\frac{11.50 \times (1/2) + 10.60 + 9.70}{11.15} \right) = 181.49 \text{ N}$$

Si consideramos la $F_{vp} = 242.46 \text{ N}$, obtenemos una componente de la resultante igual a 423.95 N.

El tiro adicional por la rotura del conductor superior se calcula:

$$T_a = \frac{60 \text{ N}}{\text{mm}^2} \times 35 \text{ mm}^2 \times \frac{11.50}{11.15} = 2,165.91$$

Con lo cual se obtiene que la resultante total equivale a 2207.01 N., optando por el uso de postes del tipo 13/300 para alineamiento.

3.5.4 Cálculo de estructura de fin de línea

Se calculan los esfuerzos a 0.15 m de la punta de acuerdo con el gráfico adjunto:

a) **Fuerza del viento sobre el poste**

$$F_{vp} = 587.71 \times \frac{5.175}{11.15} = 272.77 \text{ N}$$

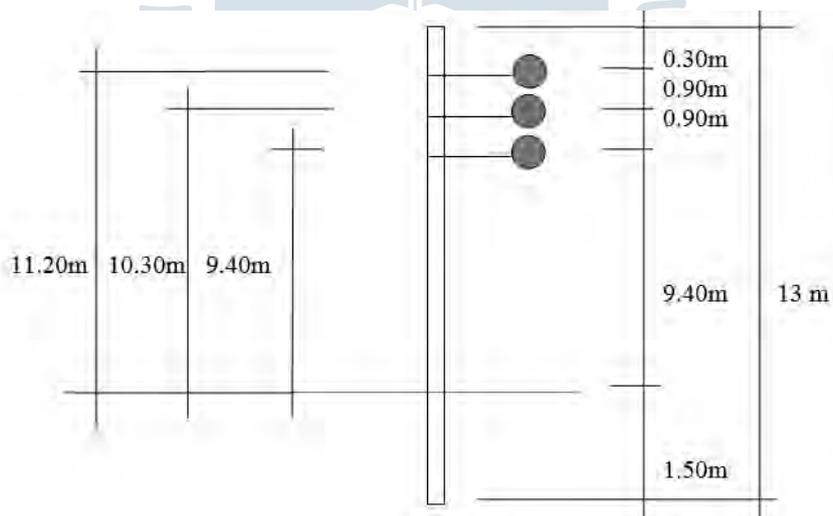


Figura 10. Diagrama de estructura de fin de línea

b) **Tiro de los conductores**

Luego tenemos que el momento equivalente a 15 cm de la punta del poste, debe ser compensado por la suma de los momentos producidos por el tiro de los tres conductores en disposición vertical, cada uno a su respectiva altura, resultando la siguiente expresión resumida:

$$T'_c = 35 \times 60 \times \left(\frac{9.40 + 10.30 + 11.20}{11.15} \right)$$

Este esfuerzo es compensado suficientemente por la retenida calculada en el siguiente ítem. La rotura del conductor superior no representa una carga adicional, por lo que no se considera el cálculo.

3.6 Cálculo de retenidas

El cable de las retenidas a instalarse es de acero galvanizado, de 10 mm \varnothing , cableado de siete hilos, 31.59 KN de carga de rotura y trabajará con un factor de seguridad mínimo 2.

3.6.1 Retenidas simples

Se considera el siguiente sistema:

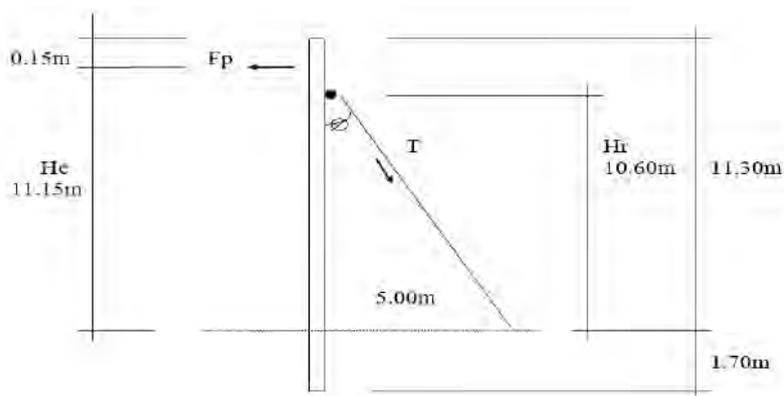


Figura 11. Diagrama de retenida simple

$$Tv = (Fp \times He) / (Hr \times \text{Sen } \varnothing)$$

$$Tv = 12,560 \text{ N}$$

Obteniéndose que la retenida trabajará con un factor de seguridad de:

$$\frac{31590}{12560} = 2.51$$

3.7 Cálculo de cimentación

Tomamos como base la siguiente figura:

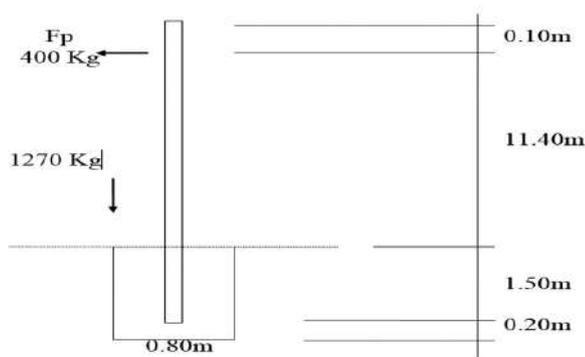


Figura 12. Diagrama cimentación

3.7.1 Esfuerzo a la compresión

El esfuerzo a la compresión se calcula como la fuerza vertical que es el peso del poste sobre la sección de la base.

$$\text{Esfuerzo a la compresión} = \frac{\text{Peso del poste}}{\text{Sección de la base}}$$

Tipo	Peso del poste (N)	Sección de la base (m ²)	Esfuerzo a la compresión (N/m ²)
13/300	11980	0.1017	117,797
13/400	12300	0.1017	120,943
13/600	13150	0.1288	102,096

Estos valores calculados son mucho menores que la resistencia a la compresión del concreto ciclópeo 1: 2: 3 del cemento, equivalente a 14,000,000 N/m².

Momento máximo resistente

a) Momento aplicado al sistema M_p (N.m)

De acuerdo con la figura anterior se tiene:

$$M_p = F_p \times 11.40$$

entonces: $M_p = 44,800 \text{ N.m}$

b) Momento resistente M_r (N.m)

$$M_r = \frac{1}{6} b d^2 f$$

Donde:

b : Ancho del cemento m

d : Espesor del cemento m

f : Esfuerzo de tracción admisible para el material (Para concreto ciclópeo = 180,000 N/m²)

con lo que se obtiene:

$$M_r = 76,800 \text{ N.m}$$

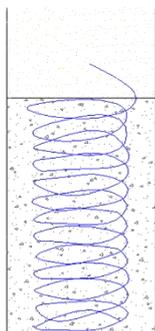
Concluyendo que la cimentación resiste el momento aplicado al sistema por el esfuerzo en la punta del poste.

3.8 Cálculo de puesta a tierra

A continuación, se presentan los cálculos de puesta a tierra tipo varilla y tipo espiral.

3.8.1 Cálculo de resistencia de puesta a tierra tipo PAT 3

Electrodo espiral: Consiste en un cable de Cu o similar desnudo en espiral de diferentes diámetros y enterrados a diferentes profundidades para hacer contacto con las diferentes capas de la tierra.



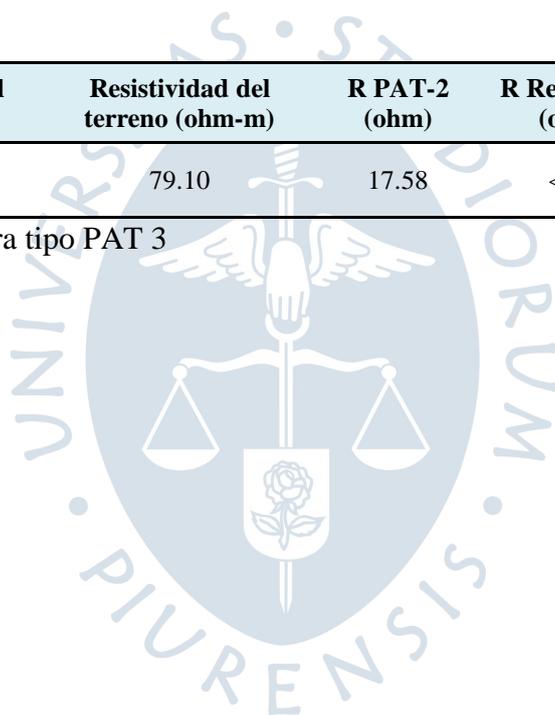
Datos Preliminares:

$$L = 9.00 \text{ m}$$

$$R = \frac{2 * \rho}{L}$$

Nº	Descripción del Terreno	Resistividad del terreno (ohm-m)	R PAT-2 (ohm)	R Requerido (ohm)	Observación
1.00	Tierra vegetal / arcilla húmeda	79.10	17.58	< 25	Cumple

Figura 13. Puesta a tierra tipo PAT 3



Capítulo 4

Cálculos eléctricos y mecánicos subsistema de distribución secundaria

4.1 Cálculo eléctrico

4.1.1 Cálculos de caída de tensión (ΔV)

$$\Delta V = I \times L \times K$$

Donde :

I : Intensidad (A)

L : Longitud (m)

K : Constante de caída de tensión (ohm\km)

4.1.2 Cálculos de intensidad (I)

$$I_{sp} = \frac{N \times P \times F.S.}{1.73 \times V \times \cos \varphi}$$

$$I_{ap} = \frac{n \times p \times fs}{v \times \cos \varphi}$$

Donde:

I_{sp} : Intensidad servicio particular (A)

I_{ap} : Intensidad alumbrado público (A)

N : Número de lotes

n : Número de lámparas

P : Potencia por lotes (W)

p : Potencia por lámpara de alumbrado público (W)

F.S. : Factor de simultaneidad servicio particular

f.s. : Factor de simultaneidad alumbrado público

V : Tensión del servicio particular (V)

v : Tensión del alumbrado público (V)

$\cos \varphi$: Factor de potencia

4.1.3 Constantes de caída de tensión (K)

$$K_{3\phi} = 1.73 \times (R \cos \varphi + X_{3\phi} \sin \varphi)$$

$$K_{1\phi} = 2 \times (R \cos \varphi + X_{1\phi} \sin \varphi)$$

Donde:

$K_{3\phi}$: Constante de caída de tensión sistema trifásico

$K_{1\phi}$: Constante de caída de tensión sistema monofásico

R : Resistencia del conductor a temperatura máxima de operación a 75°C (Ω/km)

X : Reactancia (Ω/km)

φ : Angulo del factor de potencia

a) Resistencia ®

$$R_{75^\circ C} = R_{20^\circ} \times (1 + \alpha \Delta T)$$

Donde:

R_{20° : Resistencia del conductor a 20°C (Ω/Km)

R_{75° : Resistencia del conductor a 75°C (Ω/Km)

α : Coeficiente de resistividad térmica aluminio (0.0036 °C⁻¹)

ΔT : Incremento de temperatura (55°C)

b) Reactancia (X)

$$X_{3\phi} = 0.376992 \times (c + 0.4605x \log \frac{Dm_{3\phi}}{re})$$

$$X_{1\phi} = 0.376992 \times (c + 0.4605x \log \frac{Dm_{1\phi}}{re})$$

(S.P. 380/220V)

$$Dm_{3\phi} = \sqrt[3]{d \times d \times 2d} = \sqrt[3]{2} \times d$$

(A.P. 220 V)

$$Dm_{1\phi} = d$$

(7 hilos)

$$re = r \times 0.726$$

Donde :

- c : 0.05 para conductor sólido
- c : 0.064 para conductor cableado 7 hilos
- Dm : Diámetro medio geométrico (m)
- re : Radio equivalente (m)
- r : Radio del conductor (m)
- S : Sección del conductor (mm²)
- d : Separación entre ejes de conductores (m)
- f : Frecuencia (Hz)

4.1.4 Bases de cálculo y características

– Tensión del sistema

Servicio particular : 380 V

Alumbrado público : 220 V

– Potencia

Servicio particular : 800 W/lote

Alumbrado público : 70+12 por pérdidas W/lámpara

– Factor de simultaneidad

Servicio particular : 0.5

Alumbrado público : 1.0

– Factor de potencia

Servicio particular : 0.9

Alumbrado público : 0.9

Constantes de caída de tensión de cables autoportantes de aluminio

Sección (mm ²)	16	25	35
K1Ø (Ω /Km)	3.272		
K3Ø (Ω/Km)	3.538	2.223	1.607

Cabe señalar en este punto que la caída máxima de tensión no excederá el 5% de la tensión nominal, esto es 19 voltios para el servicio particular y 11 voltios para el alumbrado público.

4.1.5 Análisis de pérdidas

Sistema trifásico S.P. 380/220 V

$$P = 3 \times \frac{I^2 \times R \times L}{S}$$

Sistema monofásico A.P. 220 V

$$P = 2 \times \frac{I^2 \times R \times L}{S}$$

Donde:

P : Potencia de pérdidas (KW)

I : Intensidad (Amp.)

R : Resistividad del aluminio duro (0.0328 ohm.mm²/m)

L : Longitud (km)

Los valores de P se totalizan en el siguiente cuadro, como porcentaje de la potencia total por cada circuito.

4.1.6 Diagramas de carga y cuadros de caída de tensión

En el plano anexo DC-01 diagramas de carga se muestran los cuadros de cálculo y los diagramas de carga respectivos, en los cuales los números en las flechas corresponden a lotes o lámparas según sea el caso.

4.2 Cálculo mecánico de conductores

4.2.1 Hipótesis de cálculo

Se consideran las siguientes hipótesis:

a) Hipótesis N° 1: Templado

- Temperatura : 25 °C
- Velocidad del viento : nula
- Tensión de cada día : 6 x 10⁷ Pa

b) Hipótesis N° 2: Máximo esfuerzo con viento

- Temperatura : 10 °C
- Velocidad del viento : 90 Km/hr

c) Hipótesis N° 3: Máximo esfuerzo sin viento

- Temperatura : 10 °C
- Velocidad del viento : nula

d) Hipótesis N° 4: Máxima flecha

- Temperatura : 40 °C
- Velocidad del viento : nula

El cálculo se realiza considerando que la máxima presión del viento, según el C.N.E. es producida por el viento con velocidad de 90 Km/hr.

4.2.2 Cálculos de esfuerzos y flecha

Los esfuerzos en las hipótesis de máxima flecha se calculan a partir de la hipótesis en condiciones normales, mediante la ecuación de cambio de estado:

$$\sigma_2^2 \left[\sigma_2 + E\alpha(t_2 - t_1) + \frac{Wr_1^2 L^2 E}{24A^2 \sigma_1^2} - \sigma_1 \right] = \frac{Wr_2^2 L^2 E}{24A^2}$$

$$Wr = \sqrt{W^2 + P'_v{}^2}$$

$$P'v = K \times V^2 \times S_f \times D$$

$$f = \frac{Wr \times L^2}{8A\sigma}$$

Donde:

- σ_1 : Esfuerzo admisible en la hipótesis de condiciones normales (Pa x 10⁶)
- σ_2 : Esfuerzo admisible en la hipótesis final (Pa x 10⁶)
- Wr_1 : Resultante en la hipótesis de partida (N/m)
- Wr : Resultante en la hipótesis final (N/m)
- t_1 : Temperatura en la hipótesis de partida (°C)
- t_2 : Temperatura en la hipótesis (°C)
- α : Coeficiente de dilatación lineal (0.000023 °C⁻¹)
- E : Módulo de elasticidad (69600 x 10⁶ Pa)
- A : Sección del conductor (mm²)
- L : Vano (m)
- W : Peso propio del conductor (N/m)
- $P'v$: Componente adicional por presión del viento (N/m)
- K : Constante igual a 0.613 para elevaciones menores a 3000 msnm.
- S_f : Factor de forma (es igual a 1 para conductores de superficie cilíndrica)
- D : Diámetro exterior del conductor (m)
- V : Velocidad del Viento (m/s)
- F : Flecha en el centro del vano (m)

4.2.3 Cálculo del vano básico (V.B.)

El vano básico se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$V.B. = \sqrt{\frac{L1^3 + L2^3 + \dots + Ln^3}{L1 + L2 + \dots + Ln}}$$

El cálculo del vano básico para las redes secundarias se efectúa con los vanos más representativos, adoptando por tanto un vano básico de 35 metros.

4.2.4 Cuadro de resultados

Se muestra en la Tabla 14 las características mecánicas de los conductores en las diferentes hipótesis consideradas:

Tabla 14. Características mecánicas de los conductores CA AI

Hipotesis Seleccionada: **1 - Templado** Vel Viento (km/h): **0**
 Espesor del Hielo: **0**

Conductor: CAAI-3x25+1x16+NA25 mm 2
 Sección: 25.00mm2
 Peso Unitario 0.43 Kg/m
 Tiro de Rotura 755.00 Kg EDS (% Truption) 20.00%

Hipotesis I Templado Vel Viento: 0.00 (km/h)
 Hipotesis II Máximo Esfuerzo c/v Vel Viento: 90.00 (km/h)
 Hipotesis III Máximo Esfuerzo s/v Vel Viento: 0.00 (km/h)
 Hipotesis IV Flecha Máxima Vel Viento: 0.00 (km/h)

vano [m]	Temp [C]->	Hip 1=25°	Hip 2=10°	Hip 3=10°	Hip 4=40°	Hip 5=50°	20.00°	21.00°	22.00°	23.00°	24.00°	25.00°
20	flecha [m]	0.15	0.21	0.11	0.19	0.23	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.15
	Tiro T0 [Kg]	151	221.53	192.98	115.16	96.18	164.48	161.73	159.01	156.32	153.65	151
	Tiro Max. [Kg]	154.91	227.96	197.71	118.38	99.05	168.65	165.85	163.08	160.33	157.61	154.91
30	flecha [m]	0.33	0.45	0.27	0.4	0.46	0.3	0.31	0.31	0.32	0.32	0.33
	Tiro T0 [Kg]	151	236.94	185.97	122.98	108.34	161.95	159.7	157.48	155.29	153.13	151
	Tiro Max. [Kg]	155.42	244.82	191.05	126.88	111.97	166.57	164.28	162.02	159.79	157.59	155.42
40	flecha [m]	0.58	0.75	0.49	0.68	0.75	0.55	0.56	0.56	0.57	0.57	0.58
	Tiro T0 [Kg]	151	250.68	178.88	129.1	117.44	159.61	157.83	156.09	154.36	152.67	151
	Tiro Max. [Kg]	155.96	260.03	184.35	133.66	121.8	164.73	162.92	161.13	159.38	157.66	155.96
50	flecha [m]	0.91	1.13	0.79	1.03	1.1	0.87	0.88	0.88	0.89	0.9	0.91
	Tiro T0 [Kg]	151	262.27	172.81	133.71	124.25	157.73	156.34	154.97	153.63	152.3	151
	Tiro Max. [Kg]	156.53	273.12	178.71	138.94	129.33	163.37	161.96	160.57	159.2	157.85	156.53
60	flecha [m]	1.31	1.56	1.17	1.44	1.53	1.26	1.27	1.28	1.29	1.3	1.31
	Tiro T0 [Kg]	151	271.85	168.06	137.16	129.39	156.29	155.2	154.13	153.07	152.03	151
	Tiro Max. [Kg]	157.13	284.22	174.47	143.07	135.18	162.5	161.4	160.31	159.23	158.17	157.13
70	flecha [m]	1.78	2.07	1.63	1.92	2.02	1.73	1.74	1.75	1.76	1.77	1.78
	Tiro T0 [Kg]	151	279.72	164.49	139.76	133.3	155.22	154.36	153.5	152.66	151.82	151
	Tiro Max. [Kg]	157.76	293.63	171.45	146.36	139.8	162.04	161.16	160.3	159.44	158.59	157.76
80	flecha [m]	2.33	2.64	2.17	2.48	2.58	2.27	2.28	2.29	2.3	2.32	2.33
	Tiro T0 [Kg]	151	286.19	161.84	141.75	136.31	154.42	153.72	153.03	152.35	151.67	151
	Tiro Max. [Kg]	158.42	301.68	169.4	149.05	143.55	161.88	161.17	160.47	159.78	159.1	158.42
90	flecha [m]	2.94	3.28	2.78	3.1	3.21	2.89	2.9	2.91	2.92	2.93	2.94
	Tiro T0 [Kg]	151	291.51	159.85	143.28	138.67	153.81	153.24	152.67	152.11	151.55	151
	Tiro Max. [Kg]	159.11	308.62	168.06	151.31	146.65	161.96	161.38	160.8	160.23	159.67	159.11
100	flecha [m]	3.64	4	3.47	3.8	3.91	3.58	3.59	3.6	3.61	3.62	3.64
	Tiro T0 [Kg]	151	295.92	158.33	144.49	140.53	153.35	152.87	152.4	151.93	151.46	151
	Tiro Max. [Kg]	159.83	314.69	167.24	153.26	149.27	162.2	161.72	161.24	160.77	160.3	159.83

Espesor del Hielo: 0

Conductor: CAAI-3x35+1x16+NA25 mm2

Sección: 25.00mm²

Peso Unitario 0.52 Kg/m

Tiro de Rotura 755.00 Kg EDS (% Truption) 20.00%

Hipotesis I Templado Vel Viento: 0.00 (km/h)
 Hipotesis II Máximo Esfuerzo c/v Vel Viento: 90.00 (km/h)
 Hipotesis III Máximo Esfuerzo s/v Vel Viento: 0.00 (km/h)
 Hipotesis IV Flecha Máxima Vel Viento: 0.00 (km/h)

vano [m]	Temp [C]->	Hip 1=25°	Hip 2=10°	Hip 3=10°	Hip 4=40°	Hip 5=50°	20.00°	21.00°	22.00°	23.00°	24.00°	25.00°
20	flecha [m]	0.18	0.23	0.14	0.22	0.26	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17	0.18
	Tiro T0 [Kg]	151	220.45	190.16	118.63	101.69	163.43	160.88	158.37	155.88	153.43	151
	Tiro Max.[Kg]	155.12	227.06	195.04	122.14	104.88	167.79	165.2	162.63	160.1	157.59	155.12
30	flecha [m]	0.4	0.49	0.33	0.47	0.52	0.37	0.38	0.38	0.39	0.39	0.4
	Tiro T0 [Kg]	151	233.91	181.44	127.02	114.36	160.43	158.49	156.57	154.69	152.83	151
	Tiro Max.[Kg]	155.75	242.04	186.76	131.33	118.45	165.36	163.38	161.43	159.51	157.62	155.75
40	flecha [m]	0.7	0.84	0.61	0.8	0.86	0.67	0.68	0.68	0.69	0.7	0.7
	Tiro T0 [Kg]	151	245.11	173.7	133.04	123.27	158	156.56	155.14	153.74	152.36	151
	Tiro Max.[Kg]	156.43	254.81	179.54	138.17	128.23	163.56	162.09	160.64	159.21	157.81	156.43
50	flecha [m]	1.1	1.26	0.99	1.21	1.28	1.06	1.07	1.08	1.08	1.09	1.1
	Tiro T0 [Kg]	151	253.97	167.87	137.3	129.59	156.24	155.16	154.1	153.05	152.02	151
	Tiro Max.[Kg]	157.15	265.27	174.3	143.24	135.41	162.48	161.38	160.3	159.24	158.19	157.15
60	flecha [m]	1.58	1.77	1.46	1.7	1.78	1.54	1.55	1.56	1.57	1.57	1.58
	Tiro T0 [Kg]	151	260.87	163.74	140.32	134.14	154.99	154.18	153.37	152.57	151.78	151
	Tiro Max.[Kg]	157.92	273.81	170.85	147.1	140.83	161.97	161.14	160.32	159.51	158.71	157.92
70	flecha [m]	2.15	2.36	2.02	2.28	2.37	2.11	2.12	2.13	2.14	2.14	2.15
	Tiro T0 [Kg]	151	266.24	160.84	142.51	137.48	154.12	153.48	152.85	152.23	151.61	151
	Tiro Max.[Kg]	158.74	280.88	168.7	150.14	145.06	161.89	161.25	160.61	159.98	159.35	158.74
80	flecha [m]	2.81	3.03	2.68	2.95	3.04	2.77	2.78	2.79	2.8	2.8	2.81
	Tiro T0 [Kg]	151	270.44	158.78	144.12	139.97	153.48	152.98	152.48	151.98	151.49	151
	Tiro Max.[Kg]	159.59	286.84	167.46	152.65	148.46	162.11	161.59	161.09	160.59	160.09	159.59
90	flecha [m]	3.56	3.8	3.42	3.7	3.79	3.52	3.52	3.53	3.54	3.55	3.56
	Tiro T0 [Kg]	151	273.76	157.28	145.34	141.87	153.02	152.61	152.2	151.8	151.4	151
	Tiro Max.[Kg]	160.5	291.98	166.83	154.8	151.3	162.54	162.12	161.71	161.31	160.9	160.5
100	flecha [m]	4.4	4.64	4.25	4.54	4.64	4.35	4.36	4.37	4.38	4.39	4.4
	Tiro T0 [Kg]	151	276.4	156.17	146.27	143.33	152.67	152.33	152	151.66	151.33	151
	Tiro Max.[Kg]	161.45	296.52	166.64	156.7	153.75	163.13	162.79	162.45	162.11	161.78	161.45

Fuente: Obtenidos de cálculos de acuerdo a Norma DGE. "Bases para diseño de líneas y redes secundarias con conductores auto parlantes para electrificación rural" según RD N° 031-2013-EM/DGE

4.3 Cálculo mecánico de estructuras

4.3.1 Selección de la longitud del poste

Se consideran las siguientes condiciones:

- Longitud de empotramiento del poste : 1.10 m
- Flecha máxima en el centro del vano : 0.80 m
- Distancia del conductor superior a cima de poste : 0.30 m

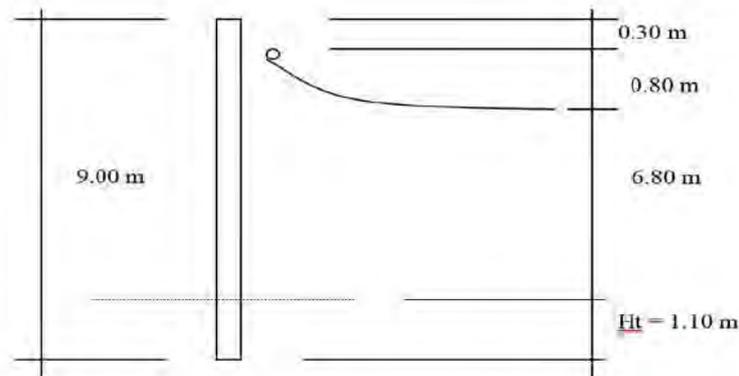


Figura 14. Distancia de seguridad mínima
Fuente: Elaboración propia en base a CNE

Según la figura 14, la distancia 6.80 m cumple con lo especificado en el C.N.E. que señala una distancia de seguridad mínima de 5.50 m, por lo que se recomienda el uso de postes de 9.00 m de longitud total.

4.3.2 Cálculo de esfuerzos

Se consideran los esfuerzos producidos por el viento con una presión de 170.35 Pa para una velocidad de 19.4 m/s y por la tracción de los conductores.

a) Fuerza del viento sobre el poste (F_{vp})

$$F_{vp} = P_v \times A_{pv}$$

$$P_v = K \times V^2 \times S_f$$

$$A_{pv} = H_{pv} \times \left(\frac{D_p + D_e}{2} \right)$$

$$D_e = D_b - \left(\frac{D_b - D_p}{H_{pv} + H_t} \right) \times H_t$$

$$Z = \frac{H_{pv}}{3} \times \left(\frac{D_e + 2D_p}{D_e + D_p} \right)$$

Donde:

P_v : Presión debida al viento

Pa

Apv	: Área del poste expuesta al viento	m ²
K	: Constante equivalente a 0.613 para elevaciones menores a 3000 msnm.	
V	: Velocidad del viento	m/s
Hpv	: Altura del poste expuesta al viento	m
Dp	: Diámetro del poste en la punta	m
Db	: Diámetro del poste en la base	m
De	: Diámetro del poste en el empotramiento	m
Ht	: Altura del empotramiento	m
Z	: Punto de aplicación de la Fvp	m

Obteniéndose los siguientes valores para los postes de C.A.C. de 9 m:

Ht	Hpv	Db	Dp	De	Apv	Fvp	Z
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(N)	(m)
1.10	7.90	0.255	0.12	0.2385	1.416	214.1	3.51

b) Fuerza sobre los conductores (Fc)

De acuerdo con el siguiente gráfico se obtiene:

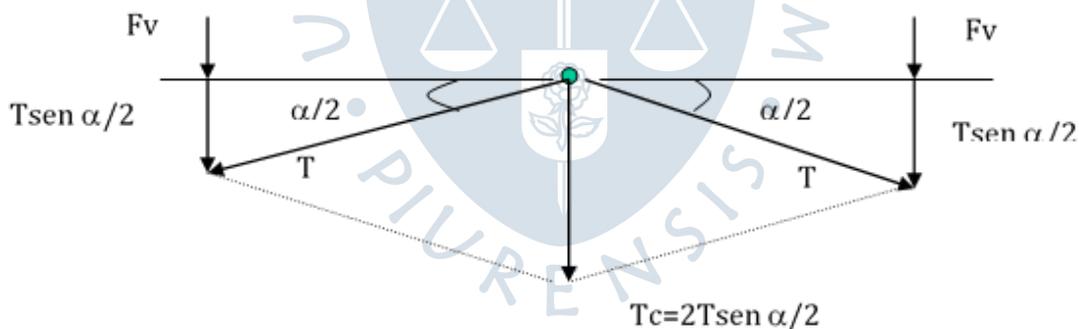


Figura 15. Diagrama de fuerza sobre conductores
Fuente: Elaboración propia en base a CNE

$$F_c = T_c + F_{vc}$$

$$T_c = 2T \sin \alpha/2$$

$$F_{vc} = L' \times D \times P_v \times \cos \alpha/2$$

Donde:

Tc : Fuerza por tracción sobre los conductores N

Fvc : Fuerza del viento sobre los conductores N

T	: Tiro de trabajo de los conductores	N
α	: Angulo de la línea	Grados
L'	: Vano	m
D	: Diámetro exterior del conductor	m
Pv	: Presión del viento	Pa

c) Fuerza equivalente en la punta del poste Fp

Se considera el siguiente diagrama de distribución de fuerzas.

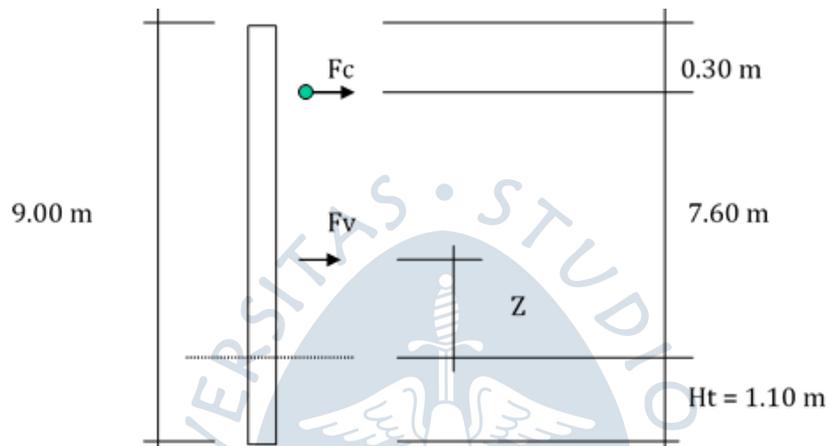


Figura 16. Diagrama de poste

$$M = Mvp + Mc$$

$$Mc = 7.60 \times Fc_1$$

$$Mvp = Fvp \times Z$$

En postes de concreto armado:

$$Fp = M/He$$

$$Pv = 170.35Pa$$

Donde:

Pv	: Presión debido al viento	Pa
Apv	: Area del poste expuesta al viento	m ²
Hpv	: Altura del poste expuesta al viento	m
Dp	: Diámetro del poste en la punta	m
De	: Diámetro del poste en la base	m
Z	: Punto de aplicación de la Fvp	m
V	: Velocidad del viento	16.67 m/s

L	: Longitud del poste	m
Ht	: Altura de empotramiento	m
T	: Máximo tiro de trabajo	N
α	: Angulo de la línea	Grados
L'	: Vano básico de regulación	35 m
Dc	: Diámetro exterior del conductor	mm
Fp	: Fuerza en la punta del poste (a 10 cm)	N
He	: Altura equivalente	7.80 m

Parámetros de la red secundaria

Sección (mm ²)	Diámetro del conductor Dc (mm)
3 x 35 + 16 + P25	23.80
Pv (Pa)	170.35
Apv (m ²)	1.416
Fvp (N)	241.2
L' (m)	35

Se analizará para los casos más críticos siguientes:

Caso 1 3 x 35 + 1 x 16 + P 25

Fuerza en la punta del poste para los casos más críticos

Casos	Valores de Fp (kg)							
	Ángulo	0°	5°	15°	30°	45°	60°	90°
1		655.45	786.12	1019.32	1399.75	1746.21	2067.49	2614.99

4.4 Cálculo de retenidas

El cable de las retenidas a instalarse es de acero galvanizado, cableado de siete hilos, 10 mm² diámetro, 31590 N. de carga de rotura y trabajará con un factor de seguridad 2. El esquema indica que se cumplirán las distancias de seguridad establecidas por el C.N.E.

4.4.1 Retenidas simples

Se considera el siguiente sistema:

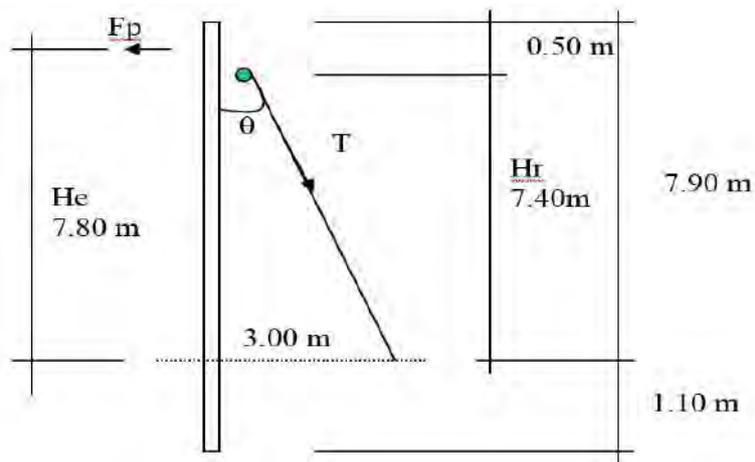


Figura 17. Diagrama de retenida

del gráfico se obtiene:

$$F_p = T \sin \theta \times \frac{H_r}{H_e}$$

Obteniéndose que la máxima fuerza en la punta en este tipo de retenida es de 5589 N.

4.5 Cálculo de cimentación

Tomamos como base la siguiente figura:

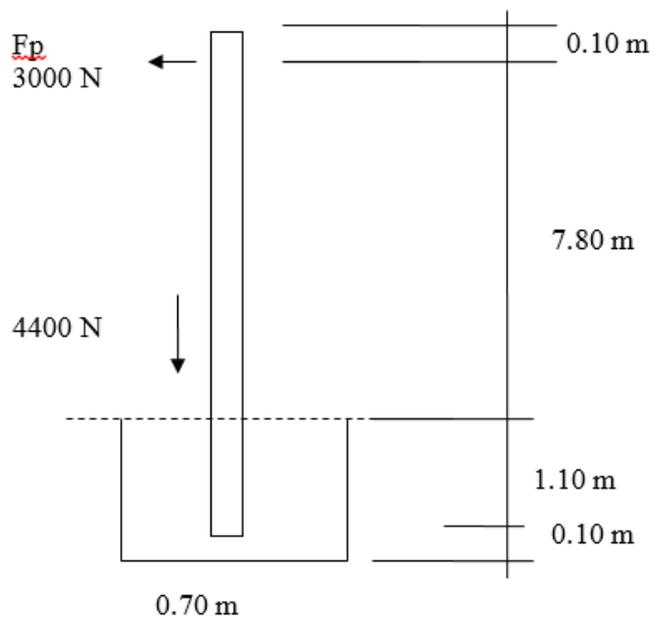


Figura 18. Diagrama de cimentación

4.5.1 Esfuerzo a la compresión

El esfuerzo a la compresión se calcula como la fuerza vertical que es el peso del poste sobre la sección de la base.

$$\text{Esfuerzo a la compresión} = \frac{\text{Peso del poste}}{\text{Sección de la base}} = \frac{4400}{\pi(0.255^2/4)}$$

Considerando un poste tipo 9/300/120/255 que pesa 4400 N., se obtiene:

$$\text{Esfuerzo a la compresión} = 86,199 \text{ Pa}$$

Este valor calculado es mucho menor que la resistencia a la compresión del concreto ciclópeo 1:2:3 del cemento, equivalente a 14,000,000 Pa.

4.5.2 Momento máximo resistente

a) Momento aplicado al sistema M_p (N.m)

De acuerdo con el gráfico se tiene:

$$M_p = F_p \times 7.80$$

entonces:

$$M_p = 23,400 \text{ N.m}$$

b) Momento resistente M_r (N.m)

$$M_r = \frac{1}{6} b d^2 f$$

Donde:

b : Ancho del cimiento m

d : Espesor del cimiento m

f : Esfuerzo de tracción admisible para el material (Para concreto ciclópeo = 180000 N/m²)

con lo que se obtiene:

$$M_r = 30,240 \text{ N.m}$$

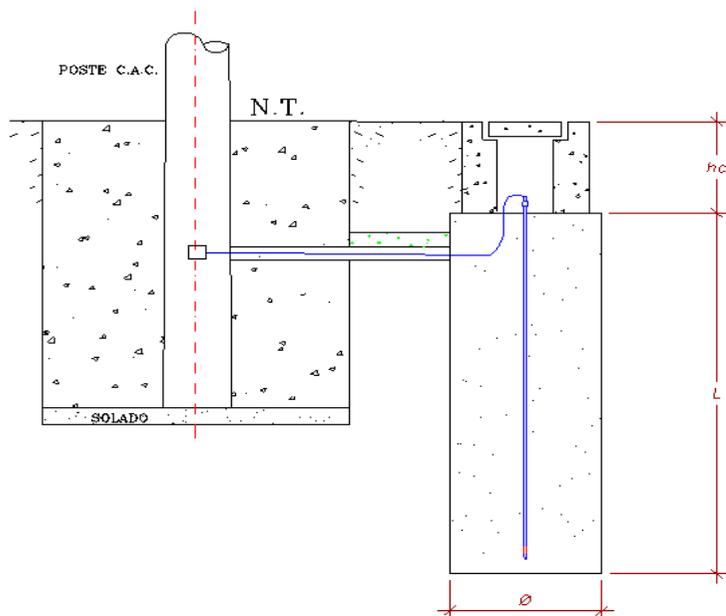
Concluyendo que la cimentación resiste el momento aplicado al sistema por el esfuerzo en la punta del poste.

4.6 Cálculo de puesta a tierra

A continuación, se muestra el cálculo de la resistencia de puesta a tierra.

2.6.1 CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA

* UNA VARILLA TIPO PAT - 1 (con tratamiento)



Datos Preliminares:

L =	2.40 m
r =	0.008 m
hc =	0.35 m
Ø =	1.00 m
ρ_1 (suelo artificial) =	5.00 Ω -m
r_1 (suelo artificial) =	0.20 m

$$R = \frac{1}{2 * \pi * L} \left[\rho * \left(\ln \left(\frac{4L}{r_1} \right) - 1 \right) + \rho_1 * \left(\ln \left(\frac{4L}{r} \right) - 1 \right) - \rho_1 * \left(\ln \left(\frac{4L}{r_1} \right) - 1 \right) \right]$$

Nº	Descripción del Terreno	Resistividad terreno (ohm-m)	R PAT-1 (ohm)	R Requerido (ohm)	Observación
1.00	Tierra vegetal / arcilla húmeda	79.10	16.13	< 25	Cumple

Figura 19. Puesta a tierra tipo PAT-1 con tratamiento

Capítulo 5

Criterios durante la construcción

5.1 Acciones previas al inicio de obra

5.1.1 Aviso de inicio de obra

De acuerdo con la “Norma de Procedimientos para la Elaboración de Proyectos y Ejecución de Obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de Utilización en Media Tensión en Zonas de Concesión de Distribución”, aprobado por Resolución Directoral No.018 – 2002 – EM/DGE de fecha 26 de setiembre del año 2002, el interesado en este caso la Asociación de Trabajadores del Minsa, solicitó a ENOSA la autorización para el inicio de obra que estaba próxima a ejecutar, alcanzando los siguientes documentos:

1. Copia del proyecto aprobado
2. Copia de la Resolución de aprobación del proyecto.
3. Carta de presentación de la empresa especializada encargada de la obra.
4. Cronograma de ejecución de la obra.
5. Cronograma de adquisición de materiales.
6. Carta de disponibilidad a tiempo completo del ingeniero residente.

Adjuntando documentos que acrediten su experiencia en obras similares y su Certificado de Habilidad Profesional.

7. Póliza de Seguro Complementario para trabajos de riesgo.
8. Cuaderno de obra legalizado.

Una vez revisados los documentos de aviso de inicio de obra, y habiéndolos encontrado conforme, ENOSA autorizó el inicio y nombró al supervisor, mediante documento RP - 760 – 2015/ENOSA de fecha 02 de noviembre del 2015.

5.1.2 Trabajos preliminares

5.1.2.1 Almacén temporal de obra y oficina. Correspondió a la construcción de la caseta para oficina y almacén de materiales, necesaria para almacenar los materiales a utilizar en la obra y para oficina del ingeniero residente, para tener las comodidades para el desarrollo de sus actividades. En esta oficina se encontraba el cuaderno de obra a disposición para las anotaciones del residente de obra y la supervisión.

El cuaderno de obra fue aperturado por el ingeniero residente y el ingeniero supervisor de ENOSA. Luego se transcribió el acta de entrega de terreno y el cronograma de ejecución de obra.

5.1.2.2 Replanteo de obra. Otro de los trabajos preliminares fue el replanteo de la obra, para lo cual el ingeniero residente con el apoyo de su ingeniero asistente y un topógrafo realizaron el estacado para la ubicación e izaje de las estructuras, es decir los postes.

Se tomó como base los linderos existentes y el eje de calles, que prácticamente coincidieron con los puntos señalados en el Expediente de Habilitación Urbana Aprobado.



Figura 20. Terreno sin obra eléctrica

5.2 Izado de postes

En una obra eléctrica con redes de distribución aéreas, primero se izan los postes, por ser los soportes donde se montarán los conductores y equipos eléctricos.

Previo al suministro en obra, se realizaron las pruebas de carga de trabajo y de rotura en la planta de la empresa que suministró los postes de concreto armado centrifugado, con resultados conforme a las especificaciones técnicas requeridas.

Los postes fueron izados con grúa montada sobre camión de 10 TN, y se cuidó de dejarlos bien alineados y verticales. En algunas zonas, los postes se izaron con grúa montada sobre tractor, debido al mal acceso para el camión.

Para la red primaria se utilizaron postes del tipo 13/300, 13/400 y 13/600. Para la red secundaria se utilizaron postes del tipo 9/200 y 9/300. Los datos técnicos de los postes utilizados están en los anexos.



Figura 21. Pruebas de control de calidad de postes –Fábrica de postes del norte



Figura 22. Izado de postes de alineamiento de baja tensión



Figura 23. Izado de postes de media tensión



Figura 24. En algunos lugares fue necesario el uso de grúa tractor por el difícil acceso

5.3 Instalación de retenidas

Para la red primaria se instalaron del tipo inclinadas y la varilla de anclaje se enterró a cinco metros de la base del poste en la misma dirección de la resultante a anular por el tiro de las redes eléctricas.

Para los postes de la red secundaria, la varilla se instaló a tres metros de la base del poste de fin de línea o cambio de dirección. Se cuidó de dejarlos con la tensión suficiente como para anular el tiro resultante de las redes sobre el poste.

5.4 Instalación de los pozos a tierra

Estos se instalaron en los postes indicados en el expediente aprobado y se tuvo especial cuidado para la excavación del hoyo, pues el terreno es arenoso y la profundidad del hoyo es de 2.60 m.

Se instalaron dos tipos de puesta a tierra: tipo espiral y de tipo varilla.

Para la excavación de los hoyos de las puestas a tierra tipo varilla se asignaron dos operarios y se tomaron las medidas adecuadas para evitar derrumbes, siempre contando con la supervisión del Ingeniero Residente.

Para evitar los derrumbes, primero se excavaba parte del hoyo, hasta una profundidad entre 0.80 a 1.00 metro, y se le echaba agua hasta el día siguiente que se culminaba la excavación.



Figura 25. Construcción de pozos a tierra

5.5 Instalación de la ferretería eléctrica

Toda la ferretería eléctrica instalada, como pernos, grampas de anclaje, abrazaderas, arandelas, varillas de anclaje de retenidas, son de fierro galvanizado en caliente, lo que asegura su vida útil en obra.

El personal técnico, contando con las herramientas adecuadas y en buen estado de conservación fijó correctamente todos los elementos de ferretería a los postes para el tendido de los conductores.



Figura 26. Montaje de armados en media tensión

5.6 Tendido de conductores

Para la red primaria, se instaló conductor AAAC de 35 mm², dejándose pendiente el empalme de cada derivación a la Línea de Alimentación.

En las redes de distribución secundaria se instalaron conductores del tipo auto portante de aluminio de las secciones indicadas en cada uno de los tramos del proyecto aprobado. Estos conductores fueron suministrados con su protocolo de pruebas realizadas en fábrica y con su carta de garantía de calidad.

El flechado se realizó un día después del tendido de los conductores sobre los soportes y en horas de temperatura promedio.

5.7 Montaje de sistemas de protección

En media tensión se instalaron seccionadores del tipo CUT OUT, en cada una de las subestaciones para protección de los equipos de la subestación como el transformador y

tableros. En coordinación con la supervisión se instalaron de la marca ABB para 27 KV y de 150 KV BILL

5.8 Montaje de transformadores

Se montaron transformadores de la potencia siguiente:

- S.E. No. 01: de 125 KVA, 22.9/0.40/0.23 KV.
- S.E: No. 02: de 100 KVA, 22.9/0.40/0.23 KV.

Para estos transformadores, como en toda obra eléctrica, se dispuso la orden de compra con la debida anticipación, puesto que su fabricación demora aproximadamente 30 días en la ciudad de Lima. Una vez culminada la fabricación fueron sometidos a las pruebas eléctricas en planta, bajo la supervisión del ingeniero residente de la contratista y del ingeniero supervisor de ENOSA. Los resultados fueron conformes.

En obra, los transformadores, antes de ser montados sobre los rieles de la subestación, se les aplicó las pruebas de rutina, sobre todo la prueba de resistencia al aislamiento para descartar averías durante el transporte.

Para su montaje fue necesario la participación de un camión plataforma con grúa de 06 toneladas y del personal especializado, para que queden en su debida posición y fijados rígidamente a la estructura.



Figura 27. Montaje de transformadores

5.9 Montaje de equipos de iluminación

Para la instalación de los equipos de iluminación se planteó, vía cuaderno de obra, a la supervisión el cambio de la iluminación en la vía principal, o sea en la Avenida 2 (Vía Colectora), que es la separadora con las Asociaciones de Vivienda Médanos del Chipe y Lomas

del Chipe. El cambio se sustentó por el hecho de ser una avenida de doble vía y de 37.20 metros de ancho, que merecía una mejor iluminación y con mayor alcance al eje de la pista.

La supervisión aprobó el uso de las luminarias de 150 vatios y con pastoral de mayor alcance tipo unifix largos, en vez de las luminarias de 70 vatios con pastoral unifix recortados.

El personal técnico (un operario y un ayudante) montaron directamente los equipos de iluminación, a excepción de los de la avenida principal, fijándolos firmemente con abrazaderas a los postes.

Para el montaje de los equipos de iluminación de 150 vatios en la Avenida 2, fue necesaria la contratación de camión grúa, porque los equipos son más pesados y tienen mayor “palanca” con respecto a la estructura.



Figura 28. Mejoramiento de iluminación de la avenida principal

5.10 Montaje de tableros de distribución

Los tableros de distribución de esta obra son del tipo TD2 de 800 x 600 x 250 mm, de doble puerta y con grado de protección IP54 y han sido fijados en los postes de las subestaciones con abrazaderas.

Para su montaje se hizo uso de un tecele de 1 TN, para levantarlos hasta la altura indicada en las láminas de detalle del proyecto aprobado.

En su interior contienen todos los equipos y accesorios necesarios para su normal funcionamiento de acuerdo con la potencia y número de circuitos de distribución de cada subestación.

5.11 Montaje de las conexiones domiciliarias

Las acometidas domiciliarias son del tipo “aéreas”, conectadas directamente de la red secundaria con conductor SET de cobre 2 x 4 mm² hasta un murete prefabricado ubicado en el límite de propiedad de cada vivienda. Por medidas de seguridad, para evitar robos y con el visto bueno de la supervisión, no se conexionaron los medidores de energía y se dejaron en custodia de los interesados.

5.12 Inspecciones y pruebas previas a la recepción de obra

Una vez culminada la obra por parte de la contratista, se solicitó a ENOSA, la inspección y pruebas, con fines de proseguir con las gestiones de conformidad de obra y obtener el Acta de Recepción.

La inspección fue realizada por una comisión integrada por ingenieros de las áreas de distribución, proyectos, comercialización y patrimonio de ENOSA conjuntamente con los ingenieros encargados de la ejecución y propietarios.

Las pruebas eléctricas que se ejecutaron fueron las siguientes:

1. Pruebas de continuidad de los circuitos
2. Pruebas de medición de la resistencia de los pozos a tierra.
3. Pruebas de la medida de la resistencia al aislamiento entre fases y tierra de cada uno de los circuitos.
4. A los transformadores:
 - Prueba de la medida de la resistencia al aislamiento entre los lados de media tensión y baja tensión.
 - Prueba de la Medida de la resistencia al aislamiento entre el lado de media tensión y tierra.
 - Prueba de la medida de la resistencia al aislamiento entre el lado de baja tensión y tierra.

5.13 Subsanación de observaciones y solicitud de recepción

La contratista subsanó las observaciones formuladas en el acta de inspección y pruebas en el plazo de ley que es de 1/10 días del plazo de ejecución de obra, dando aviso a la supervisión para la verificación del levantamiento de observaciones por parte de la comisión encargada.

El proceso de verificación resultó conforme, quedando la obra lista para su energización y solicitud de recepción.

5.14 Recepción de obra, garantía y codificación de estructuras

Con el acta de verificación de levantamiento de observaciones conforme la contratista solicitó a ENOSA el documento de recepción de obra.

La obra fue recepcionada mediante la Resolución de recepción de obra R – 265 – 2016 de fecha 27 de setiembre del 2016.

Con la recepción, todas las instalaciones pasan a ser propiedad de ENOSA, con cargo a la devolución de la inversión a los interesados, a precios de valor nuevo de reemplazo de toda la infraestructura.

Como quiera que las instalaciones son incorporadas al patrimonio de la empresa de servicios eléctricos, ésta alcanza una codificación para cada una de las estructuras de la obra, enumeración que es graficada por la contratista siguiendo la correlatividad del plano, tamaño de símbolos y calidad de pintura de acuerdo a norma.

La garantía de la obra, otorgada por la contratista, es de siete (07) años contados a partir de la fecha de recepción y cubre defectos por mala calidad de materiales y de ejecución, no contándose incidentes por casos fortuitos (como choques de estructuras, por ejemplo) y daños por fenómenos naturales (fuertes sismos, inundaciones).

5.15 Empalme al punto de alimentación de media tensión

Por el servicio continuo que brinda el alimentador A1941 hacia la Planta de Tratamiento de Agua de Curumuy, y no habiendo corte de energía por mantenimiento próximo por parte de ENOSA, el empalme se ejecutó “en caliente”, es decir con la línea de media tensión energizada a 22.9 KV.

Se tuvo que contratar los servicios de una Empresa local especializada en trabajos de energía en estas condiciones.

No hubo inconvenientes en los trabajos de empalme a la red de media tensión y se energizaron las redes internas, probándose el sistema de alumbrado público con resultado conforme.

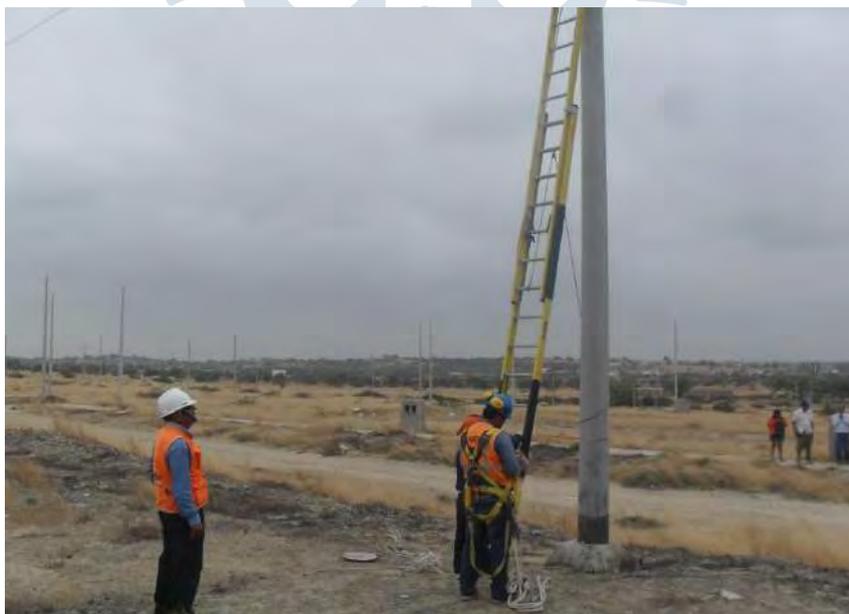


Figura 29. Empalme al punto del alimentador 1941

Conclusiones

Este trabajo, constituye a criterio del autor, un proyecto que permite conocer todos las gestiones y acciones para la obtención del servicio de energía eléctrica para un determinado sector, ya sea urbanización, asentamiento humano, centro poblado o cualquier agrupación urbana, semiurbana o rural, que empieza desde cero, hasta la puesta en servicio de su obra eléctrica.

Es recomendable, buscar el asesoramiento de un profesional y/o empresa especialista para encargar los trabajos de gestión y/o ejecución para culminar con éxito cada una de las etapas y de todo el proceso. Esta obra, actualmente se encuentra en normal funcionamiento.

Las características de este proyecto, no sujeta al autor, para que además de dar sus recomendaciones específicas, también comentar sobre la política energética regional y nacional, con la finalidad que sirva como un pequeño aporte para el conocimiento y discusión de los estudiantes de Ingeniería Industrial y Mecánico Eléctrica.

Conocido es por todos los especialistas, como la actividad energética en nuestro país viene pasando desde décadas atrás por privatizaciones y estatizaciones, lo cual hace que actualmente ENOSA sea una empresa estatal, pero con un sistema de funcionamiento con las características de una empresa privada, heredada del grupo económico, últimamente dueño de la empresa. Esto hace que ENOSA, sea una empresa generadora de ganancias para el Grupo Distriluz, pero con grandes problemas en la distribución y comercialización de energía en nuestra región.

Existe, prácticamente un monopolio en el servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica en nuestra región, por lo que sería necesario hacer cambios de fondo en la Ley de Concesiones Eléctricas y establecer políticas de Estado de manera de abrir la inversión en los sistemas eléctricos de potencia de nuestro país. Me refiero a atraer las inversiones en la generación, transmisión y distribución de la energía.

Una sugerencia, podría ser el desglose de la actividad actual de ENOSA, es decir separar distribución de la comercialización. Distribución en media tensión podría seguir siendo estatal y el sector privado que invierta en la comercialización, con mejora de redes y ampliaciones para solucionar el gran problema que ocasionan por decir los servicios provisionales en el aspecto de calidad de energía. Un ejemplo de lo sugerido lo constituye la comercialización de energía en el país vecino de Colombia, con el consiguiente beneficio del usuario final, por la competencia en la oferta de energía.

Una solución a los numerosos suministros provisionales, podría ser la ampliación de redes eléctricas a través de la ejecución de líneas primarias troncales, con el aporte de los beneficiarios y ENOSA, y el financiamiento de las redes secundarias lo asuma el usuario final vía endeudamiento ante una entidad financiera con tasas de interés social.

Por el crecimiento económico que ha tenido nuestro país, debido a las inversiones en todos los sectores (agrícola, comercial, inmobiliaria, industrial), la demanda de energía eléctrica en nuestra región ha sido mucho mayor que la oferta de energía de la empresa responsable. En algunos lugares, si bien ENOSA tiene energía para comercializar, las redes de distribución no están diseñados para la transmisión de energía y eso hace que algunas factibilidades de suministro sean postergadas con la consecuente paralización de las inversiones. También ocurre que, en determinados lugares, hace falta oferta de energía. Por lo que urge un plan de inversiones a nivel regional en ampliación de redes de transmisión y de distribución con el fin de atender los requerimientos de energía urgentes.

Por las mayores demandas de suministro de energía, el Estado ha cambiado el rango de potencia que establecía la Ley de Concesiones Eléctricas No. 25844 para ser considerado cliente libre, que era de 1.00 megavatio y mediante la Ley No. 28832, Ley para el desarrollo eficiente de la generación eléctrica y D.S. No. 022 – 2009 - EM de Reglamento de usuarios libres de electricidad, que ha traído como consecuencia aumentar el número de clientes libres que están comprando energía a otras generadoras y en mejores condiciones de precio que ENOSA. Por ejemplo, algunas empresas agrícolas del Medio Piura, y otras industrias como Ladrillera Tallan, en su condición de clientes libres compran energía directamente del Sistema Interconectado.

Lo mencionado en el párrafo anterior, justifica la apreciación del autor de este trabajo en el sentido que se debe regular en la etapa de comercialización de energía, para atraer mayor inversión en todas las etapas del sistema de potencia eléctrica del Perú, para mejorar y propiciar más desarrollo en nuestro país.

Otro, grande problema del sistema eléctrico regional es la falta de mantenimiento preventivo a las redes eléctricas por parte de la empresa distribuidora de electricidad, pues existen obras ejecutadas desde hace cuarenta años con estructuras de soporte dañados y que han sobrepasado largamente su vida útil. Sí es necesario acotar algunos cambios y remodelaciones que se llevan a cabo, pero son mínimos.

Los gobiernos regionales y locales también tienen responsabilidad en el mantenimiento de algunas obras eléctricas que han ejecutado con financiamiento propio, pero que no pasaron a la administración de ENOSA, ya que algunas empresas ejecutoras no hacen el proceso de transferencia a la empresa de distribución para su recepción y mantenimiento estando dentro del área de responsabilidad.

El problema es mayor en centros poblados alejados, donde las Municipalidades o juntas de administración locales del servicio de electricidad no cuentan con el personal técnico calificado ni con la infraestructura y logística para las labores de mantenimiento. En el caso de sistemas de utilización, el mantenimiento lo ejecuta el cliente, porque así lo establece la ley.

Por último, se recomienda a los gobiernos locales, una mayor fiscalización y supervisión a las construcciones informales, que violan el reglamento nacional de edificaciones, invadiendo el retiro reglamentario, que genera problemas a las empresas distribuidoras de electricidad por el acercamiento de redes energizadas a las viviendas, con el consecuente riesgo eléctrico e incidentes.



Referencias bibliográficas

- Ministerio de Energía y Minas. (2009). *Ley de concesiones Eléctricas y su reglamento*. Lima.
- Ministerio de Energía y Minas. (2011). *Norma Técnica de calidad de los Servicios Eléctricos y sus modificatorias, Decreto Supremo N° 020-97-EM*. Lima.
- Ministerio de Energía y Minas. (2011). *Código Nacional de Electricidad- Suministro*. Lima.
- Ministerio de Energía y Minas. (2002). *Norma de procedimientos para la Elaboración de Proyectos y Ejecución de Obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de Utilización en Media Tensión en Zonas de Concesión de Distribución, Resolución Directoral N° 018-2002-EM/DGE*. Lima.
- Ministerio de Energía y Minas. (2003). *Bases para el diseño de líneas y redes secundarias con conductores autoportantes para electrificación rural, Resolución Directoral N°031-2003-EM/DGE*. Lima.
- Ministerio de Energía y Minas. (2002). *Terminología en Electricidad y Símbolos Gráficos de Electricidad, Resolución Ministerial N° 091-2002-EM/VME*. Lima

Anexos



Anexo A. Documento de factibilidad del suministro



Piura, 03 SET, 2014

R- 410 -2014/Enosa

Señor:
Gilberto Carrasco Meniz
 Presidente
Asociación Pro Vivienda y Servicios Múltiples de los Trabajadores del Ministerio de Salud.
 Ciudad:-

Asunto: : Actualización de factibilidad de suministro y fijación de punto de diseño para Subsistema de Distribución Primaria y Secundaria para Asociación Pro-Vivienda y Servicios Múltiples de los Trabajadores del Ministerio de Salud Piura, ubicada en el distrito, provincia y departamento de Piura.

Referencia : 1). Carta S/N del 27.06.2014.
 2). Carta R-0275-2012/ENOSA, del 07.09.2012

Estimado Señor Carrasco:

Es grato dirigirnos a Usted para saludarle y comunicarle acerca de vuestra solicitud de fijación de punto de diseño para su predio, lo siguiente:

1. Con documento de la referencia 1), se han completado los requisitos para la fijación del punto de diseño para su proyecto de electrificación. No obstante, estando su factibilidad por perder vigencia, se procederá a su actualización.
2. El predio donde se desarrollará su Proyecto de Habilitación Urbana se encuentra dentro del polígono de concesión de Enosa.
3. La atención de su demanda de 140 kW, se podrá realizar desde el alimentador A1941 en MT 22,9 kV, perteneciente a la SE Piura Centro.
4. Es factible el suministro de energía eléctrica, el cual tendrá validez por el periodo de 02 años a partir de la fecha de emitido el presente documento, el punto de diseño quedaría definido de la manera siguiente:



PUNTO DISEÑO	ESTRUCT M.T. (NTCSE)	ALIMT	NIVEL TENSIÓN (kV)	UBICACIÓN	MAX. DEM. (kW)	*Pcc 3Φ (MVA)	*Pcc 1Φ (MVA)	SET
Subsistema de Distribución	137065	1941	22.9	A.P.V Las Lomas del Chipe	140	114	0	Piura Centro

*El tiempo de apertura a considerar debe ser de 0.2 seg. (Para Cálculos Justificativos)

R-410 -2014/Enosa
Página N° 02

5. A partir del punto de diseño deberá desarrollar su proyecto para el subsistema de distribución primaria y secundaria para la electrificación de la H.U. de la Asociación Pro-Vivienda y Servicios Múltiples de los Trabajadores del Ministerio de Salud Piura. La inversión tiene carácter reembolsable.

En consecuencia, deberá presentar el Proyecto para la Electrificación de la Habitación Urbana de la Asociación Pro-Vivienda y Servicios Múltiples de los Trabajadores del Ministerio de Salud Piura, el cual debe ser elaborado por un Ingeniero Electricista o Mecánico-Electricista colegiado, quien será el responsable de coordinar su desarrollo con nuestra Área de Administración de Proyectos de acuerdo a los lineamientos técnicos que se anexan y dentro del marco legal que rigen para el sector eléctrico.

Sin otro particular hago propicia la ocasión para renovar mi especial consideración.

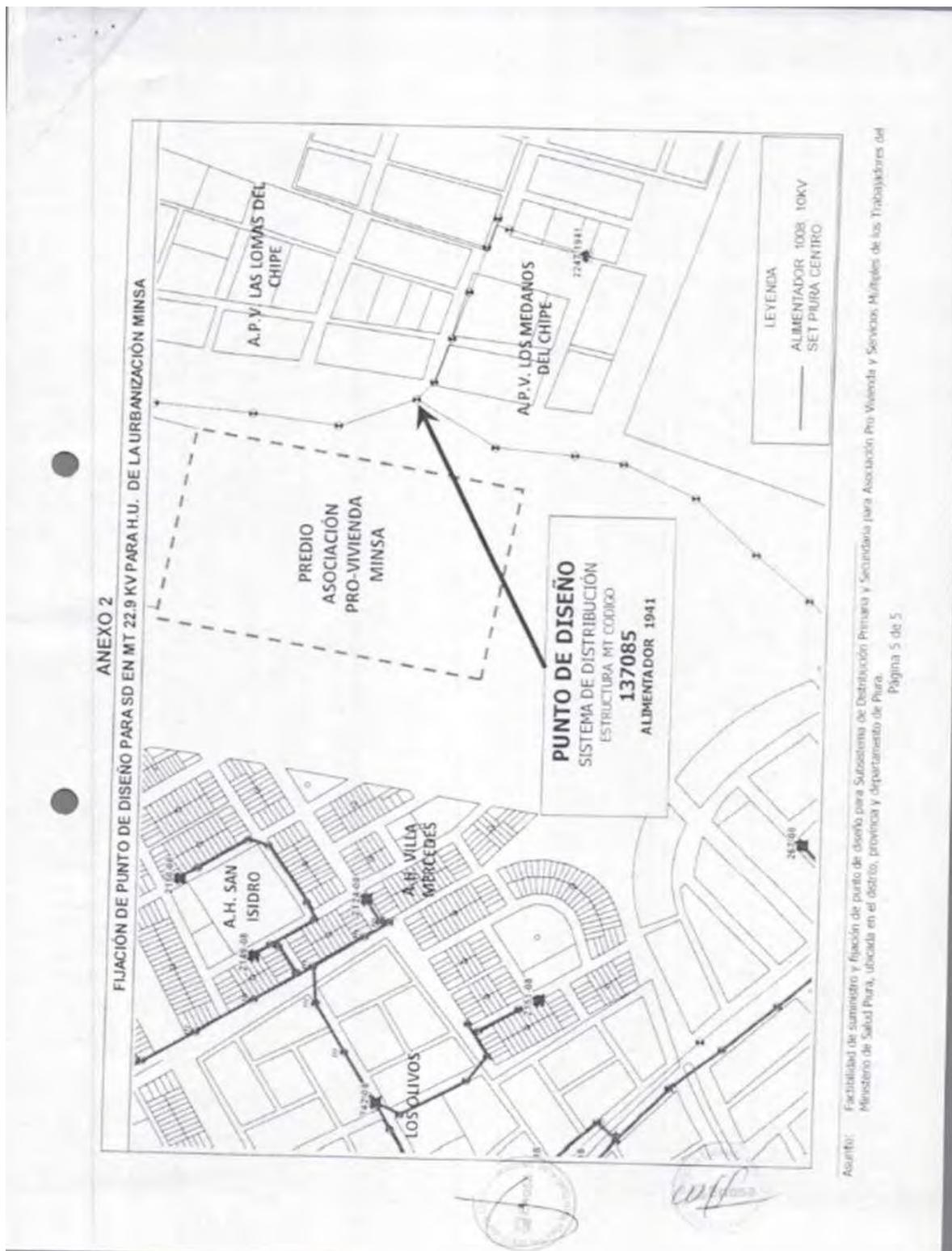
Atentamente,



Justo Estrada León
Gerente General
ELECTRIFICADORA S.A.



Anexo B. Fijación de punto de diseño para SD en MT. 22.9 kV PNRAH.U de la urbanización Minsa





APROBACION DE PROYECTO R-087-2015

"Subsistema de Distribución Primaria 22.9 KV, 3Ø y Subsistema de Distribución Secundaria 380/200V, 3Ø, Instalaciones de Alumbrado Público y Conexiones Domiciliarias para la Asociación Pro vivienda y Servicios Múltiples de los Trabajadores del Ministerio de Salud (MINSa) Piura"

Piura, **22 MAYO 2015**

El Gerente Regional de **ELECTRONOROESTE S.A.**, que suscribe:

CONSIDERANDO:

- 1.- Que, la Asociación Pro Vivienda y Servicios Múltiples de los Trabajadores del Ministerio de Salud, ha presentado el proyecto **"Subsistema de Distribución Primaria 22.9 KV, 3Ø y Subsistema de Distribución Secundaria 380/200V, 3Ø, Instalaciones de Alumbrado Público y Conexiones Domiciliarias para la Asociación Pro vivienda y Servicios Múltiples de los Trabajadores del Ministerio de Salud (MINSa) Piura"**, ubicado en el Distrito, Provincia y Departamento de Piura.
- 2.- Que, el Proyecto en mención cumple con lo establecido en la R.D. N° 018-2002-EM/DGE: "Norma de procedimientos para la Elaboración de Proyectos y Ejecución de Obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de Utilización en Media Tensión en Zonas de Concesión de Distribución" de la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas, asimismo con los lineamientos de la Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844.
- 3.- Que, el Proyecto corresponde a una expansión urbana, de interés para Electronoroeste S.A. y por tanto de carácter reembolsable, elaborado y suscrito por el Ingeniero Yuri Ernesto Cisneros Ponce, con Registro C.I.P. N° 100808. La demanda máxima proyectada es de 182.70 KW.
- 4.- Visto el Informe Técnico N° RP-011-2015/PROYECTOS T, suscrito por el Ing. Electricista Edwin Henry Valencia Llontop, con Registro C.I.P. N° 89787, designado por la empresa Consorcio MANPOWERGROUP SOLUTIONS para la supervisión del estudio, y aprobado por la Ing. Jenny Anthuanet Biffi Chira, Jefe del Área de Administración de Proyectos, con Registro C.I.P. N° 100808.

RESUELVE:

1. **DAR APROBACION** al proyecto proyecto **"Subsistema de Distribución Primaria 22.9 KV, 3Ø y Subsistema de Distribución Secundaria 380/200V, 3Ø, Instalaciones de Alumbrado Público y Conexiones Domiciliarias para la Asociación Pro vivienda y Servicios Múltiples de los Trabajadores del Ministerio de Salud (MINSa) Piura"**, elaborado por el Proyectista Ing. Mecánico Electricista Yuri Ernesto Cisneros Ponce C.I.P. N° 28610.
2. **DETERMINAR** el valor nuevo de reemplazo del proyecto ascendente a **S/. 319,787.57 (Trecientos diecinueve mil setecientos ochenta y siete con 57/100 Nuevos Soles)**, sin I.G.V.

El Factor de Actualización de la Obra de Distribución de Media Tensión será determinado según la siguiente fórmula:

$$EAVADMI = 0,8572 \frac{IPM}{IPM_0} + 0,0284 \frac{D}{D_0} + 0,0258 \frac{IPC_{11}}{IPC_{10}} \times \frac{D}{D_0} + 0,0894 \frac{IPAL}{IPAL_0} \times \frac{D}{D_0}$$

El Factor de Actualización de la Obra de Distribución de Baja Tensión será determinado según la siguiente fórmula:

$$EAVADET = 0,8191 \frac{IPM}{IPM_0} + 0,0842 \frac{D}{D_0} + 0,0187 \frac{IPC_{11}}{IPC_{10}} \times \frac{D}{D_0} + 0,0785 \frac{IPAL}{IPAL_0} \times \frac{D}{D_0}$$



APROBACION DE PROYECTO R - 087 - 2015

"Subsistema de Distribución Primaria 22.9 KV, 3Ø y Subsistema de Distribución Secundaria 380/200V, 3Ø, Instalaciones de Alumbrado Público y Conexiones Domiciliarias para la Asociación Pro vivienda y Servicios Múltiples de los Trabajadores del Ministerio de Salud (Minsa) Piura"

El Factor de Actualización de la Obra de Distribución de Baja Tensión será determinado según la siguiente fórmula:

$$FAYADSED = 0,6661 \frac{IPM}{IPM_0} + 0,2346 \frac{D}{D_0} + 0,0993 \frac{IPCu}{IPCu_0} \times \frac{D}{D_0} + 0,0086 \frac{IPAL}{IPAL_0} \times \frac{D}{D_0}$$

3. Comunicar que, en caso propongan que la obra sea ejecutada por los interesados con autorización de Electronoroeste S.A. y una vez cumplidos los requisitos indicados en la Resolución Ministerial N° 231-2012-MEM/DM publicada el 22.05.2012, será reconocido su ejecución como contribución reembolsable, en cuyo caso:

Deberán elegir la modalidad de contribución, entre construir o financiar la obra. Asimismo deberán coordinar con Electronoroeste S.A. sobre los alcances y etapas de su ejecución.

Para hacer efectiva la contribución reembolsable debe existir un índice de ocupación predial mayor al cuarenta por ciento (40%) de habitabilidad, según los Artículos 83° y 85° de la Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844. La devolución será a los usuarios finales titulares del suministro eléctrico o a la persona natural o jurídica que estos últimos designen de acuerdo a Ley, en cumplimiento de la R.M N° 231-2012-MEM/DM. El monto por cada suministro eléctrico a reconocer será de S/. 750.68 Nuevos Soles (426 viviendas).

4. Dar a conocer dos modalidades de devolución debiendo los interesados, elegir una de las modalidades dentro del plazo que precisa la norma, siendo las opciones las siguientes:
- En Energía.
 - En Pagarés.
5. La presente Resolución de Aprobación de Proyecto tendrá validez de dos años a partir de la fecha.
6. Para la autorización de inicio de obra deberán comunicar con no menos de 07 días útiles de anticipación, cumpliendo los requisitos correspondientes.
7. La Concesionaria se reserva el derecho de introducir modificaciones en el proyecto, acorde con los avances tecnológicos, Norma Técnica de Calidad y Seguridad de los Servicios Eléctricos.

REGÍSTRESE Y COMUNÍQUESE

Justo Estrada León
Gerente Regional(e)
ELECTRONOROESTE S.A.

Anexo C. Documento de autorización de inicio de obra



Piura, 02 NOV 2015

RP-760 - 2015/ENOSA

Señor:
Luis Alberto Castillo Córdova
 Gerente
Piura Electric S.A.C.
 Av. San Martín Nº 856 Country 204 Pachitea – Piura.

Asunto : Inicio y supervisión de la obra "Subsistema de distribución primaria 22.9 KV, 3Ø y subsistema de distribución secundaria 380/220V, 3Ø, instalaciones de alumbrado público y conexiones domiciliarias para la asociación Pro vivienda y servicios múltiples de los trabajadores del Ministerio de Salud (MINSa) Piura".

Referencia : Carta s/n, recepcionada con fecha 21.10.15

De nuestra especial consideración:

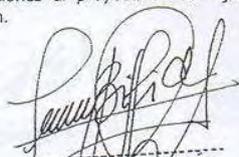
Tengo el agrado de dirigirme a Ud. para saludarlo cordialmente y asimismo dar respuesta al documento de la referencia, mediante el cual se solicita el Inicio de la Obra: "Subsistema de distribución primaria 22.9 KV, 3Ø y subsistema de distribución secundaria 380/220V, 3Ø, instalaciones de alumbrado público y conexiones domiciliarias para la asociación Pro vivienda y servicios múltiples de los trabajadores del Ministerio de Salud (MINSa) Piura".

Al respecto, Electronoroeste S.A. autoriza el inicio de Obra, designando como supervisor al Ing. Wilmer Luis Bravo Arcila, con registro CIP Nº 118186, con quien se efectuará una inspección en el terreno antes de la ejecución de los trabajos. Asimismo, para las pruebas del transformador, deberán comunicar ello oportunamente para la participación de nuestro personal técnico especialista.

En ese sentido, considerando que la supervisión por parte de Electronoroeste S.A. no es permanente, la responsabilidad integral por la seguridad del personal que participa en la obra será única y exclusivamente de la empresa Piura Electric S.A.C. y del Ing. Residente, Bernardino Alfaro Munares con CIP Nº 13338, para lo cual se considerará lo establecido en el Reglamento de Seguridad y Salud en el trabajo de las actividades eléctricas, y lo referente a la vigencia de las pólizas de seguro durante todo el desarrollo de las actividades.

Asimismo, de existir modificaciones al proyecto en su ejecución, estas deberán coordinarse previamente para su aprobación.

Atentamente,



Ing. Wilmer Luis Bravo Arcila
 Jefe de Área de Administración de Proyectos
 ELECTRONOROESTE S.A.



JBC/vjtz
 CC. Arch:

Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad Electronoroeste S.A. Jr. Callao 875 – Piura, PERU T(073) 28 4030
 Una empresa del Grupo Distriluz F(073) 28 4030
 Anx. 11151
 Anx. 11158

Fuente: Datos tomados de empresa Enosa

Anexo D. Resolución de recepción de obra



RECEPCION DE OBRA R-265-2016

"SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA 22.9 KV, 3Ø Y SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA 380/220V, 3Ø, INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO Y CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA LA ASOCIACIÓN PRO VIVIENDA Y SERVICIOS MÚLTIPLES DE LOS TRABAJADORES DEL MINISTERIO DE SALUD (MINSa) PIURA"

Piura, 27 SEP 2016

El Gerente Regional de **ELECTRONOROESTE S.A.**, en adelante **ENOSA**, el mismo que suscribe la presente:

VISTA:

- 1.- La Solicitud presentada por el Representante de La Asociación Pro Vivienda Trabajadores del Ministerio de Salud (MINSa), a quien en adelante se denominará **LA SOLICITANTE**, con fecha 08 de agosto del 2016, requiriendo la emisión de la Resolución de Recepción de Obra respecto de la ejecución de aquella denominada "Subsistema de Distribución Primaria 22.9 KV, 3Ø y subsistema de Distribución Secundaria 380/220V, 3Ø, Instalaciones de Alumbrado Público y Conexiones Domiciliarias para la Asociación Pro Vivienda y Servicios Múltiples de los Trabajadores del Ministerio de Salud (MINSa) Piura". Ubicada en el Distrito, Provincia y Departamento de Piura, a la cual en adelante se denominará **LA OBRA**.
- 2.- El contenido de las Actas de Inspección, Pruebas, Verificación de Levantamiento de Observaciones expedidas por **ENOSA**.
- 3.- El contenido del Informe Técnico N° RP-028-2016/OBRAS T, elaborado por el supervisor de Obra, Ing. Mecánico Electricista Wilmer Luis Bravo Arcila, identificado con registro C.I.P. N° 118186, designado por la empresa **MANPOWER GROUP SOLUTIONS**, por encargo de **ENOSA**, para la supervisión de la obra.

CONSIDERANDO:

1. Que **LA OBRA** comprende la ejecución de instalaciones de infraestructura eléctrica para una nueva Habilitación Urbana, ubicada esta última en una zona aledaña al A.H. Ollanta Humala; área que se encuentra dentro de la zona de concesión de **ENOSA**.
2. Que **LA OBRA** fue financiada por la Asociación Pro Vivienda Trabajadores del Ministerio de Salud (MINSa) y construida por la contratista, Piura Electric S.A.C., contando como Residente de Obra con el Ing. Mecánico Electricista, Ing. Bernardino Alfaro Munares, identificado con Registro C.I.P. N° 13338.
3. Que, **LA OBRA** cumple con los dispositivos legales y Normas Técnicas expedidas por el Ministerio de Energía y Minas y demás organismos reguladores, concordante con la Ley de Concesiones Eléctricas.
4. Que, así mismo, se ha evaluado el contenido de las Actas de Inspección, Pruebas, Verificación de Levantamiento de Observaciones y solicitud de Recepción de Obra del 08.08.2016.
5. Que, del mismo modo, se ha evaluado y analizado el Informe Técnico N° RP-028-2016/OBRAS T, elaborado por el supervisor de Obra Ing. Mecánico Electricista Wilmer Luis Bravo Arcila, identificado con Registro C.I.P. N° 118186, designado por la empresa **MANPOWER GROUP SOLUTIONS**, por encargo de **ENOSA**, para la supervisión de la obra, con la Conformidad del Jefe del Área Administración de Proyectos.
6. Que, en tal sentido, **ENOSA** debe verificar el cumplimiento de la normativa general y especial aplicable al pedido formulado por **LA SOLICITANTE**, siendo el caso que la devolución del importe de la Contribución Reembolsable a cargo de aquella, debe ser pagado, de manera individual, a favor de los beneficiarios o usuarios finales de **LA OBRA**, teniendo en cuenta el contenido de la Ley de Concesiones Eléctricas, por ser una disposición de carácter especial, dejando de lado la legislación de carácter general o residual, contenida -esta última- en la Ley de Habilitaciones Urbanas y de Edificaciones - Ley N° 29090, teniendo en cuenta, además, el espíritu del legislador y el carácter social del servicio prestado por **ENOSA**, el cual se halla plasmado en los dispositivos vertidos sobre Contribuciones Reembolsables. Para este propósito, **LA SOLICITANTE** deberá precisar las direcciones domiciliarias de cada uno de sus usuarios finales o beneficiarios de los importes a pagar por parte de **ENOSA** por concepto de Contribución Reembolsable, a efectos que aquel pueda tomar contacto y notificar a los usuarios finales o beneficiarios, las modalidades de pago de los montos calculados, en su oportunidad, por **ENOSA**.
7. En virtud a la correcta aplicación e interpretación de la norma especial, constituida por la Ley de Concesiones Eléctricas, es menester proceder a efectuar la devolución de los importes de la Contribución Reembolsable a favor de los usuarios finales, para lo cual debe tenerse en consideración que dicha devolución o pago por parte de **ENOSA** deberá ser realizado a partir de la fecha en que el usuario final o beneficiario haga uso de **LA OBRA**.



Empresa Regional de Servicio de Electricidad Electronoroeste S.A.
Una empresa del Grupo Distribuz

1/2

Jr. Calleo 875 - Piura PERÚ
Email: enosa@distribuz.com.pe

Central (073) 284030
Fax Anx. 11 122



RECEPCION DE OBRA R-265 -2016

"SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA 22.9 KV, 3Ø Y SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA 380/220V, 3Ø, INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO Y CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA LA ASOCIACIÓN PRO VIVIENDA Y SERVICIOS MÚLTIPLES DE LOS TRABAJADORES DEL MINISTERIO DE SALUD (Minsa) PIURA"

Piura, 27 SEP 2016

RESUELVE:

- RECEPCIONAR LA OBRA** que corresponde al "SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA 22.9 KV, 3Ø Y SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA 380/220V, 3Ø, INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO Y CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA LA ASOCIACIÓN PRO VIVIENDA Y SERVICIOS MÚLTIPLES DE LOS TRABAJADORES DEL MINISTERIO DE SALUD (Minsa) PIURA", ubicada en el Distrito, Provincia y Departamento de Piura.
- FIJAR** el Valor Nuevo de Reemplazo (V.N.R.) de LA OBRA en la suma de S/ 337 565.11 (Son: Trescientos treinta y siete mil quinientos sesenta y cinco con 11/100 Soles). Este monto NO incluye el Impuesto General a las Ventas - I.G.V.
- PRECISAR** que conforme a lo dispuesto en el Numeral 2) del Artículo 12°, de la Norma sobre Contribuciones Reembolsables, aprobada mediante Resolución Ministerial Nº 231-2012-MEN/DM, publicada en la Gaceta de Normas Legal del Diario Oficial "El Peruano", en su edición del 22 de Mayo de 2012, el importe de la Contribución Reembolsable será pagada por ENOSA, de manera prorrateada y proporcional, a favor de los usuarios finales titulares del suministro eléctrico o la persona natural o jurídica que éstos designen, de acuerdo a Ley.
- La devolución de los importes de la Contribución Reembolsable por parte de ENOSA, se iniciará a partir de la fecha que el usuario final o beneficiario de la misma haga uso efectivo del Servicio Público de Electricidad, siendo el monto unitario de la Contribución Reembolsable, el importe resultante del Valor Nuevo de Reemplazo o VNR de LA OBRA dividido entre el número de departamentos proyectados a abastecer con la infraestructura materia de la contribución reembolsable correspondiente a LA OBRA.
- DISPONER** que ENOSA ofrecerá dos (2) modalidades de devolución a favor de los beneficiarios o usuarios finales de LA OBRA, de acuerdo a ley; esto es: El pago habrá de realizarse a través del descuento mensual del consumo de energía eléctrica a favor del usuario final o, en su defecto, a través de la suscripción y entrega de pagarés por parte de ENOSA. Dicha elección se debe efectuar en un plazo de treinta (30) días calendario contado a partir de la firma del respectivo Contrato de Nuevo Usuario Final con el Titular del suministro eléctrico. En caso de negativa o falta de respuesta por parte del usuario final, dentro del referido plazo, ENOSA aplicará el primero de los mecanismos, procediendo a descontar el importe calculado de la facturación mensual correspondiente.
- A fin de proceder a dar cumplimiento a lo señalado en el Numeral 2 de la presente Resolución, y en vista que ENOSA NO tiene conocimiento de la identidad y de las direcciones domiciliarias de los propietarios o de los futuros propietarios de los departamentos construidos que forman parte de la infraestructura civil adscrita o asociada a LA OBRA, corresponde a LA SOLICITANTE comunicar o notificar previamente la presente resolución a todos aquellos propietarios o nuevos propietarios antes aludidos o, en su defecto, alcanzar a ENOSA la lista de aquellos.

REGÍSTRESE Y COMUNÍQUESE





Justo Estrada León
Gerente Regional
ELECTRONOROESTE S.A.

Empresa Regional de Servicio de Electricidad Electronoroeste S.A.
 Una empresa del Grupo Distriluz

2/2

Jr. Calles 876 - Piura PERÚ
 Email: enosapi@distiluz.com.pe
 Central (073) 20-0030
 Fax Atm. 11 122

Anexo E. Tablas especificaciones técnicas de red primaria

Tabla E1. Datos técnicos de los postes de concreto 13/300/2/180/375

Ítem	Características	Und.	Valor requerido	Valor garantizado
	Postes de concreto armado			
1	País de Procedencia			
2	Fabricante			
3	Proceso de fabricación		NTP 339.027	
4	Longitud del poste	M	13	
5	Carga de trabajo	daN	300	
6	Coefficiente de seguridad (CS)		2	
7	Diámetro en la punta	mm	180	
8	Diámetro en la base	mm	375	
9	Volumen de concreto por poste	m ³	(indicar)	
10	Peso total de cada poste	kg	(indicar)	
11	Tipo de Cemento		Pórtland Tipo V	
12	Unión de varillas longitudinales y transversales		Mediante ataduras de alambre	
			Mediante ataduras de alambre y soldadas	
13	Aditivo inhibidor de corrosión			
	Se usará aditivo inhibidor de corrosión		Sí	
	Tipo de Aditivo Inhibidor de corrosión		Compuesto químico que se adiciona durante el mezclado del concreto para proteger al acero de refuerzo de la corrosión	
	Sellador de Protección Chemaflex o Cristalflex		Si	
	Presentar las Especificaciones Técnicas del aditivo inhibidor a utilizar, emitidos por su fabricante, y toda la información requerida en el punto 4.3.		Sí.	
	Marca de aditivo inhibidor propuesto		(indicar)	
	Dosis de aditivo garantizada, según indicaciones del fabricante para ambiente agresivo	litros / m ³	(indicar)	
14	Con perilla de concreto.		Sí	
15	Detalle de huecos		Ver planos adjunto y Nota 1	
16	Rotulado		Bajo relieve, según planos adjuntos	
17	Presentar plano a escala con el detalle de la armadura de los postes.		Sí (Ver Nota 2)	
18	Acabado		Superficie limpia, fina, libre de resanes y fisuras (Según numeral 5.1 de la Norma NTP 339.027)	
19	Recubrimiento mínimo sobre armadura	mm	50 (Según numeral 5.1 de la Norma NTP 339.027 - 2008)	
20	Certificado de garantía de calidad técnica	Años	2	
21	Certificado de garantía de vida útil	Años	20	

Notas. 1. Los planos mostrados, solo son referenciales, debiendo el usuario definir los detalles de agujeros en función al uso del poste y a las distancias mínimas de seguridad.

2. El plano a presentar deberá indicar claramente la cantidad de varillas de acero longitudinales y transversales, sus diámetros nominales y sus longitudes, para todos los tramos de refuerzo considerados

Tabla E2. Datos técnicos para postes de concreto armado 13/400/2/180/375

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
	Postes de concreto armado			
1	País de procedencia			
2	Fabricante			
3	Proceso de fabricación		NTP 339.027	
4	Longitud del poste	M	13	
5	Carga de trabajo	daN	400	
6	Coefficiente de seguridad (CS)		2	
7	Diámetro en la punta	mm	180	
8	Diámetro en la base	mm	375	
9	Volumen de concreto por poste	m ³	(indicar)	
10	Peso total de cada poste	kg	(indicar)	
11	Tipo de Cemento		Pórtland Tipo V	
12	Unión de varillas longitudinales y transversales		Mediante ataduras de alambre	
			Mediante ataduras de alambre y soldadas	
13	Aditivo inhibidor de corrosión			
	Se usará aditivo inhibidor de corrosión		Sí	
	Tipo de Aditivo Inhibidor de corrosión		Compuesto químico que se adiciona durante el mezclado del concreto para proteger al acero de refuerzo de la corrosión	
	Sellador de Protección Chemaflex o Cristalflex		Sí	
	Presentar las Especificaciones Técnicas del aditivo inhibidor a utilizar, emitidos por su fabricante, y toda la información requerida en el punto 4.3.		Sí	
	Marca de aditivo inhibidor propuesto		(indicar)	
	Dosis de aditivo garantizada, según indicaciones del fabricante para ambiente agresivo	litros/m ³	(indicar)	
14	Con perilla de concreto.		Sí	
15	Detalle de huecos		Ver planos adjunto y Nota 1	
16	Rotulado		Bajo relieve, según planos adjuntos	
17	Presentar plano a escala con el detalle de la armadura de los postes.		Sí (Ver Nota 2)	
18	Acabado		Superficie limpia, fina, libre de resanes y fisuras (Según numeral 5.1 de la Norma NTP 339.027)	
19	Recubrimiento mínimo sobre armadura	mm	50 (Según numeral 5.1 de la Norma NTP 339.027 - 2008)	
20	Certificado de Garantía de calidad Técnica	Años	2	
21	Certificado de garantía de vida útil	Años	20	

Notas. 1. Los planos mostrados, solo son referenciales, debiendo el usuario definir los detalles de agujeros en función al uso del poste y a las distancias mínimas de seguridad.

2. El plano a presentar deberá indicar claramente la cantidad de varillas de acero longitudinales y transversales, sus diámetros nominales y sus longitudes, para todos los tramos de refuerzo considerados

Tabla E3 Datos técnicos para postes de concreto armado 13/600/2/210/405

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
	Postes de concreto armado			
1	País de Procedencia			
2	Fabricante			
3	Proceso de fabricación		NTP 339.027	
4	Longitud del poste	M	13	
5	Carga de trabajo	daN	600	
6	Coefficiente de seguridad (CS)		2	
7	Diámetro en la punta	mm	210	
8	Diámetro en la base	mm	405	
9	Volumen de concreto por poste	m ³	(indicar)	
10	Peso total de cada poste	Kg	(indicar)	
11	Tipo de Cemento		Pórtland Tipo V	
12	Unión de varillas longitudinales y transversales		Mediante ataduras de alambre	
			Mediante ataduras de alambre y soldadas	
13	Aditivo inhibidor de corrosión			
	Se usará aditivo inhibidor de corrosión.		Sí	
	Tipo de Aditivo Inhibidor de corrosión		Compuesto químico que se adiciona durante el mezclado del concreto para proteger al acero de refuerzo de la corrosión	
	Sellador de Protección Chemaflex o Cristalflex		Sí	
	Presentar las Especificaciones Técnicas del aditivo inhibidor a utilizar, emitidos por su fabricante, y toda la información requerida en el punto 4.3.		Sí.	
	Marca de aditivo inhibidor propuesto		(indicar)	
	Dosis de aditivo garantizada, según indicaciones del fabricante para ambiente agresivo	litros/ m ³	(indicar)	
14	Con perilla de concreto.		Sí	
15	Detalle de huecos		Ver planos adjunto y Nota 1	
16	Rotulado		Bajo relieve, según planos adjuntos	
17	Presentar plano a escala con el detalle de la armadura de los postes.		Sí (Ver Nota 2)	
18	Acabado		Superficie limpia, fina, libre de resanes y fisuras (Según numeral 5.1 de la Norma NTP 339.027)	
19	Recubrimiento mínimo sobre armadura	Mm	50 (Según numeral 5.1 de la Norma NTP 339.027 - 2008)	
20	Certificado de Garantía de calidad Técnica	Años	2	
21	Certificado de garantía de vida útil	Años	20	

Notas: 1. Los planos mostrados, solo son referenciales, debiendo el usuario definir los detalles de agujeros en función al uso del poste y a las distancias mínimas de seguridad.

2. El plano a presentar deberá indicar claramente la cantidad de varillas de acero longitudinales y transversales, sus diámetros nominales y sus longitudes, para todos los tramos de refuerzo considerados.

Tabla E4. Datos técnicos de los accesorios de concreto

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
1	País de Procedencia			
2	Fabricante			
3	Proceso de fabricación		NTP 339.027 en lo aplicable	
4	Aditivo inhibidor de corrosión		Si TIPO C	
5	Factor de seguridad		2	
6	Dimensiones	M	1.20	
7	Carga de trabajo	Kg	300	
8	Detalle de agujeros		Ver plano adjunto y Nota 1	
9	Rotulado		Bajo relieve, según plano adjunto	
10	Recubrimiento mínimo de la armadura	mm	15	

Notas:

1. En los planos mostrados, el usuario indicará el diámetro del agujero para montaje, de acuerdo al diámetro de la cima del poste a usar y ubicación de las ménsulas y/o crucetas en el poste.

Tabla de datos técnicos de la palomilla de concreto armado

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
1	País de Procedencia			
2	Fabricante			
3	Proceso de fabricación		NTP 339.027 en lo aplicable	
4	Aditivo inhibidor de corrosión		NTP 334.088 TIPO C	
5	Armadura		NTP 341.031	
6	Factor de seguridad		2	
7	Dimensiones	m	1.5	
8	Carga de trabajo	kg	150	
9	Detalle de agujeros		Ver lamina adjunta y Nota 2	
10	Rotulado		Bajo relieve, según lamina adjunta	

Tabla de datos técnicos de media loza de concreto armado

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
1	País de Procedencia			
2	Fabricante			
3	Denominación			
4	Normas:			
	Proceso de fabricación		NTP 339.027 en lo aplicable	
	Aditivo inhibidor de corrosión		NTP 334.088 TIPO C	
	Armadura del concreto		NTP 341.031	
4	Carga de trabajo	kg	750	
5	Factor de seguridad		2	
6	Carga de rotura nominal	kg	2250	
7	Recubrimiento mínimo de la armadura	mm	20	
8	Forma de bordes		redondeados	
9	Longitud nominal (Ln)	m	1.30	
10	Carga de trabajo	kg	750	
11	Detalle de agujeros		Ver plano adjunto	
12	Rotulado		Bajo relieve, según lamina adjunta	

Notas:

1. En los planos mostrados, el usuario indicará el diámetro del agujero para montaje, de acuerdo al diámetro del poste a usar y ubicación de las medias lozas en el poste.

Tabla E5. Datos técnicos de los conductores de aleación de aluminio**Conductor de aleación de aluminio de 35 mm²**

Item	Descripción	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
1	País de procedencia			
2	Fabricante			
3	Normas		ASTM B398M, ASTM B399M, IEC 1089	
4	Material del conductor		Aleación de Aluminio 6201 – T81	
5	Clase del conductor		AA	
6	Conductividad	%IACS	52.5	
7	Sección nominal	mm ²	35	
8	Densidad a 20 ° C	kg / m ³	2690	
9	Resistividad eléctrica a 20 ° C	□mm ² /m	0.032841	
10	Número de alambres	N°	7	
11	Diámetro de los alambres	mm	3.02	
12	Máxima variación del diámetro de los alambres	%	1	
13	Carga de rotura mínima	kN	9.99	
14	Resistencia eléctrica máxima a 20 ° C	□/km	0.948	
15	Masa longitudinal aproximada	kg/km	95.6	

Tabla E6. Datos técnicos de aisladores poliméricos**Tabla de datos técnicos aislador poliméricos tipo pin**

Tensión de operación fase-fase:	22.9 kV
Lugar de instalación m.s.n.m.	Costa 0-1000

Item	Características	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
1	País de procedencia			
2	Fabricante			
3	Normas		Según punto 2.	
4	Características de fabricación			
	Material del núcleo (core)		Fibra de vidrio, porcelana o resina	
	Material aislante de recubrimiento (housing and sheds):		Goma silicona	
	-Elongación a la ruptura.	%	450 (Según norma DIN 53504)	
	-Resistencia al desgarre.	N/m	>20 (Según Norma ASTM D624)	
	-Resistencia al tracking y erosión		Clase 2A, 4.5 (Según IEC 60587)	
	Material de las piezas de acoplamiento		Acero forjado galvanizado	
	Galvanización de las piezas de acoplamiento		Según ASTM A153/A153M	
5	Valores Eléctricos:			
	Tensión nominal del Aislador	kV	27	
	Frecuencia nominal	Hz	60	
	Distancia de fuga mínima	mm	704	
	Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial:			
	-Seco	kV	120	
	-Húmedo	kV	90	
	Tensión de sostenimiento al impulso 1.2/50us:			
	-Positivo	kV	170	
	-Negativo	kV	200	
6	Valores mecánicos:			

Item	Características	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
	Mínima carga mecánica de flexión (cantilever strength)	KN	8	
7	Pruebas de Diseño		Según cláusula 5 de IEC 61109	
	-Duración de prueba de erosión y tracking del material aislante de recubrimiento	h	5000	
8	Pruebas tipo		Según cláusula 6 de IEC 61109	
9	Pruebas de muestreo		Según cláusula 7 de IEC 61109	
10	Pruebas de rutina		Según cláusula 8 de IEC 61109	
11	Pruebas de resistencia a los rayos UV		Según ASTM G154 y ASTM G155	

Aislador polimérico tipo suspensión

Tensión de operación (Fase – Fase)	22.9 kV
Lugar de instalación m.s.n.m.	Costa 0-1000

Item	Características	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
1	País de procedencia			
2	Fabricante			
3	Normas		Según punto 2.	
4	Designación		Según punto 3.4	
5	Características de Fabricación			
	Material del núcleo (core)		Fibra de vidrio	
	Material aislante de recubrimiento (housing and sheds):		Goma silicona	
	-Elongación a la ruptura.	%	450 (Según norma DIN 53504)	
	-Resistencia al desgarre.	N/m	>20 (Según Norma ASTM D624)	
	-Resistencia al tracking y erosión		Clase 2A, 4.5 (Según IEC 60587)	
	Material de los herrajes de acoplamiento		Según punto 3.3	
	Galvanización de los herrajes		Según ASTM A153	
	Tipos de acoplamiento		(*)	
6	Valores Eléctricos:			
	Tensión Nominal del Aislador	KV	27	
	Frecuencia nominal	Hz	60	
	Máximo diámetro de la parte aislante	mm	102	
	Distancia de fuga mínima	mm	709	
	Distancia de arco mínima	mm	100	
	Tensión de Impulso Negativo	Kv	163	
	Tensión de Impulso Positivo	Kv	158	
	Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial:			
	-Húmedo	kV	74	
	- Seco:	kV	93	
7	Valores mecánicos:			
	Carga mecánica especificada (SML)	KN	70	
	Peso	Kg	1.5	
8	Pruebas de Diseño		Según cláusula 5 de IEC 61109	
	-Duración de prueba de erosión y tracking del material aislante de recubrimiento	h	5000	
9	Pruebas tipo		Según cláusula 6 de IEC 61109	
10	Pruebas de muestreo		Según cláusula 7 de IEC 61109	
11	Pruebas de rutina		Según cláusula 8 de IEC 61109	
12	Pruebas de resistencia a rayos UV		Según ASTM G154 y ASTM G155	

(*) A ser seleccionado por el usuario de los tipos indicados en el punto 3.3

Tabla E7. Tabla de datos técnicos de accesorios para aisladores**Tabla de datos técnicos de perno ojo A°G°**

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
1	Perno ojo A°G° con tuerca, arandela y contratuerca			
1.1	País de procedencia			
1.2	Fabricante			
1.3	Norma de fabricación		ANSI C135.4	
1.4	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C	
1.5	Material de fabricación		Acero forjado SAE 1020	
	Norma del acero		SAE AMS5046	
1.6	Espesor mínimo del galvanizado	um	100	
1.7	Tipo de tuercas		Cuadradas	
1.8	Tipo de contratuercas		Cuadradas de doble concavidad	
1.9	Dimensiones		Ver diseño adjunto	
	Diámetro	mm	16	
	Roscado	mm	152	
	Longitud	mm	254	
	Carga de rotura mínima	kN	55	

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
1	Perno ojo A°G° con tuerca, arandela y contratuerca			
1.1	País de procedencia			
1.2	Fabricante			
1.3	Norma de fabricación		ANSI C135.4	
1.4	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C	
1.5	Material de fabricación		Acero forjado SAE 1020	
	Norma del acero		SAE AMS5046	
1.6	Espesor mínimo del galvanizado	um	100	
1.7	Tipo de tuercas		Cuadradas	
1.8	Tipo de contratuercas		Cuadradas de doble concavidad	
1.9	Dimensiones		Ver diseño adjunto	
	Diámetro	mm	16	
	Roscado	mm	102	
	Longitud	mm	305	
	Carga de rotura mínima	kN	55	

Arandelas cuadradas planas

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
1	Arandelas cuadradas planas			
1.1	País de procedencia			
1.2	Fabricante			
1.3	Norma de fabricación		ASTM F436M	
1.4	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C	
1.5	Material de fabricación		Acero forjado SAE 1020	
	Norma del acero		SAE AMS5046	
1.6	Espesor mínimo del galvanizado	um	100	
1.7	Dimensiones		Ver diseño adjunto	
	Lado	mm	57	
	Diámetro de hueco	mm	18	
	Espesor	mm	5	
	Carga de rotura mínima a esfuerzo cortante	kN	41	
ÍTEM	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
1	Arandelas cuadradas planas			
1.1	País de procedencia			
1.2	Fabricante			
1.3	Norma de fabricación		ASTM F436M	
1.4	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C	
1.5	Material de fabricación		Acero forjado SAE 1020	
	Norma del acero		SAE AMS5046	
1.6	Espesor mínimo del galvanizado	um	100	
1.7	Dimensiones		Ver diseño adjunto	
	Lado	mm	57	
	Diámetro de hueco	mm	20	
	Espesor	mm	5	
	Carga de rotura mínima a esfuerzo cortante	kN	41	

Arandelas cuadradas curvas

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
1	Arandelas cuadradas curvas			
1.1	País de procedencia			
1.2	Fabricante			
1.3	Norma de fabricación		ASTM F436M	
1.4	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C	
1.5	Material de fabricación		Acero forjado SAE 1020	
	Norma del acero		SAE AMS5046	
1.6	Espesor mínimo del galvanizado	um	100	
1.7	Dimensiones		Ver diseño adjunto	
	Lado	mm	57	
	Diámetro de hueco	mm	18	
	Espesor	mm	5	
	Carga de rotura mínima a esfuerzo cortante	kN	41	

Tabla E 8. Tabla de datos técnicos de accesorios para conductores

N°	Características	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
1.0	Grapa de anclaje tipo pistola con dos pernos			
1.1	Fabricante			
1.2	Número de catálogo de fabricante			
1.3	Material		ALEACIÓN DE ALUMINIO	
1.4	Rango de diámetro de conductores	mm	50-35	
1.5	Carga de rotura mínima	kN	89	
1.6	Norma de fabricación			
1.7	Masa por unidad	kg		

Nota: La grapa de anclaje será de A°G° 100 µm

Tabla de datos técnicos de accesorios para conductores

N°	Características	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
1.0	VARILLA DE ARMAR SIMPLE			
1.1	Fabricante			
1.2	Numero De Catalogo De Fabricante			
1.3	Material		Aleación de aluminio	
1.4	DIMENSIONES (Adjuntar Planos)	mm		
1.5	Sección De Conductor a Aplicarse	mm ²	35	
1.6	Masa Por Unidad	kg	0.32	

Nota: La varilla de armar será de A°G° 100 µm o de bronce zincado

Tabla E9. Tabla de datos técnicos de accesorios de retenidas

Item	Descripción	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
1	Cable acero galvanizado DE 3/8" Ø			
1.1	País de procedencia			
1.2	Fabricante			
1.3	Normas		ASTM A 475	
1.4	Material		Acero galvanizado	
1.5	Sentido del cableado		Mano izquierda	
1.6	Paso máximo de cableado (en función a la cantidad de veces el diámetro nominal)		16	
1.7	Diámetro nominal	in (mm)	3/8 9.52	
1.8	Número de alambres	N°	7	
1.9	Diámetro nominal de los alambres componentes	in (mm)	0.120 3.05	
1.10	Peso aproximado del cable	(lb/1000ft) (kg/304.80m)	273 124	
1.11	Variación permisible del diámetro de los alambres de los cables de acero galvanizado	± in (mm)	± 0.004 ± 0.10	
1.12	Galvanizado de los alambres de acero		100 micras	

Tabla de cable acero galvanizado de 3/8" Ø

Item	Grado	Elongación en 24 pulg (610 mm) %	Carga de rotura (kN)	Utilizado en retenidas
01	High strength (HS)	5	48.040	Redes Primarias

Tabla de datos técnicos de accesorios de retenidas

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
2	Amarre preformado de acero galvanizado para cable de 3/8"Ø			
2.1	País de procedencia			
2.2	Fabricante			
2.3	Normas		ASTM A 475	
2.4	Material		Acero galvanizado	
2.5	Sentido del cableado		Mano izquierda	
2.6	Diámetro nominal	in (mm)	3/8 9.52	
2.7	Número de alambres del amarre	Nº	7	
2.8	Diámetro nominal de los alambres componentes	in (mm)	0.120 3.05	
2.9	Variación permisible del diámetro de los alambres de los amarres de acero galvanizado	± in (mm)	± 0.004 ± 0.10	
2.10	Clase de Galvanizado de los alambres de acero		100 micras	

Tabla de amarre preformado de acero galvanizado para cable de 3/8"Ø

Item	Diámetro del cable a amarrar D (Pulg)	Grado del acero galvanizado	Longitud mínima (L) (mm)	Carga de rotura (kN)
01	3/8"	High strength (HS)	890	48.040

Tabla de datos técnicos de accesorios de retenidas

Ítem	Características	Unid.	Valor Requerido	Valor garantizado
4	Juego contrapunta de acero galvanizado			
4.1	País de procedencia			
4.2	Fabricante			
4.3	Norma de fabricación y pruebas			
4.4	Norma del acero		SAE AMS 5046 Y SAE J403	
4.5	Material de fabricación de:		Acero SAE 1020	
4.7	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C	
4.8	Espesor mínimo del galvanizado	um	100	
4.9	Dimensiones		Según tabla adjunta	

Tabla de juego de contrapunta de acero galvanizado

Item	Diámetro del tubo (ØD) pulg (mm)	Longitud (L) (m)
01	2 (50)	1.50

Tabla de datos técnicos de accesorios de retenidas

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
5	Varilla de anclaje con guardacabo acero galvanizado con tuerca y arandela			
5.1	País de procedencia			
5.2	Fabricante			
5.3	Norma de fabricación y pruebas		IEEE C135.2	
5.4	Material de fabricación de la varilla		Acero laminado en caliente	
5.5	Requisitos del roscado de la varilla			
	Ejecución		Previo al galvanizado.	
	Dirección		Concéntrica a los ejes de la varilla.	
	Después del galvanizado		Permitirá que la tuerca recorra toda la longitud roscada sin el uso de herramientas.	
5.6	Requisitos de acabado de la varilla			
	De la superficie exterior		Libre de bordes afilados, vetas, escamas, porosidades y rajaduras.	
	De la superficie interior del ojo		Lisa y libre de protuberancias	
5.7	Características de las tuercas			
	Material de fabricación		Acero laminado en caliente	
	Forma		Cuadradas	
	Norma de fabricación y pruebas		ANSI B 18.2.2	
5.8	Características de las arandelas			
	Forma		Circular	
	Norma de fabricación		ASTM F436M	
5.9	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C	
5.10	Espesor mínimo del galvanizado	um	100	
5.11	Dimensiones		Según tabla adjunta	

Tabla de varilla de anclaje con guardacabo acero galvanizado con tuerca y arandela

Item spring	Díámetro (ØD) pulg (mm)	Longitud pies (m)	Roscado pulg mm	Carga de rotura mínima (kN)
01	5/8 (16)	8 (2.40)	3 1/2 (89)	71

Tabla de datos técnicos de accesorios de retenidas

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
6	Canaleta guardacable de acero galvanizado.			
6.1	País de procedencia			
6.2	Fabricante			
6.3	Norma de fabricación y pruebas			
6.4	Material de fabricación		Acero SAE 1020	
6.5	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C	
6.6	Espesor mínimo del galvanizado	um	100	
6.7	Dimensiones		Según tabla adjunta	

Tabla de dimensiones de canaleta guarda cable de acero galvanizado

Item	Longitud (mm)	Espesor e Pulg (mm)	Dimensiones del perno
01	2400	1/16" (2)	1/2" x 30 mm

Tabla de datos técnicos de accesorios de retenidas

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
7	Guardacabo de acero galvanizado de 3/8"			
7.1	País de procedencia			
7.2	Fabricante			
7.3	Norma de fabricación y pruebas			
7.4	Material de fabricación		Acero SAE 1020	
	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C	
7.5	Espesor mínimo del galvanizado	□m	100	
7.6	Dimensiones		Ver tabla adjunta (*)	

(*) Tabla adjunta es referencial, se aceptarán otros, para lo cual se adjuntarán planos para su evaluación.

Tabla de guardacabo de acero galvanizado de 3/8"

Item	Diámetro del cable Pulg (mm)
01	3/8 " (10)

Tabla E10. Tabla de datos técnicos de seccionadores cut-out**Tabla de datos técnicos seccionadores fusible tipo expulsión**

Tensión de operación	22.9 kV
Corrientes nominales:	
- Seccionador	100 A
- Fusible	1 A
Lugar de instalación	Costa

Ítem	Características	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
1	Seccionador fusible tipo expulsión			
1.1	País de Procedencia			
1.2	Fabricante			
1.3	Modelo			
1.4	Norma		ANSI C-37.40/41/42	
1.5	Corriente Nominal	A	100	
1.6	Tensión Nominal	kV	27	
1.7	Corriente de Cortocircuito Simétrica	kA	12	
1.8	Nivel de aislamiento:			
	- Tensión de sostenimiento a la onda de impulso (BIL), entre fase y tierra y entre fases.	kV	150	
	- Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial entre fases, en seco, 1 min.	kV	35	
	- Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial entre fase y tierra, en húmedo, 10 s.	kV	30	
1.9	Material aislante del cuerpo del seccionador.		Porcelana	
1.10	Longitud de línea de fuga mínima (Fase-Tierra)	mm/kV	31	
1.11	Material de Contactos		Cobre electrolítico plateado	
1.12	Material de Bornes		Cobre estañado	
1.13	Rango de conductor (Diámetro)	mm	4.11-11.35	

Tabla de datos técnicos seccionadores fusible tipo expulsión

Tensión de operación	22.9 kV
Corrientes nominales: - Seccionador - Fusible	100 A 1 A
Lugar de instalación	Costa

Ítem	Características	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
2	Accesorios			
2.1	Fusible			
	- País de procedencia			
	- Fabricante			
	- Norma		ANSI C-37.40/41/42	
	- Tipo		K	
	- Corriente nominal	A	5 y 3 en SEDs	
2.2	Tubo porta fusible			
	- País de procedencia			
	- Fabricante			
	- Norma		ANSI C-37.40/41/42	
	- Tensión nominal	kV	24	
	- Corriente nominal	A	100	
	- Corriente de cortocircuito simétrica	kA	12	
2.3	Accesorios de fijación			
	- País de procedencia			
	- Fabricante			
	- Tipo de fijación		B	
	- Material		Acero	
	- Norma de material		ASTM A575	
	- Norma de Galvanizado		ASTM A153	
	- Espesor de galvanización mín.	gr/cm ²	800	

Tabla E11. Tabla de datos técnicos para materiales de puesta a tierra**Tabla de datos técnicos electrodo Copperweld**

Ítem	Características	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
1	País de Procedencia			
2	Fabricante			
3	Norma de Fabricación		NBR 13571	
4	Material		Acero recubierto con cobre	
5	Proceso de fabricación		Electrodeposición	
6	Diámetro	mm.	16	
7	Longitud	m.	2.4	
8	Espesor mínimo de capa de cobre	mm.	0.254	

Tabla de datos técnicos conector

Ítem	Características	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
1	País de Procedencia			
2	Fabricante			
3	Norma de Fabricación		NBR 13571	
4	Material		Aleación de cobre	
5	Sección del conductor	mm ² .	25	
6	Diámetro del electrodo	mm.	16	

Tabla de datos técnicos del elemento químico

Item	Características	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
1	País de Procedencia			
2	Fabricante			
3	Nombre del producto			
4	Norma		NTP 370.052 / CNE-Suministro	
5	Tratamiento químico			
	-Componentes		bentonita sódica	
	-PH		neutro	
	-Propiedad		Buena absorción y retención de la humedad	

Conductor de cobre desnudo, cableado temple blando de 25 mm²

Item	Características	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
1	País de procedencia			
2	Fabricante			
3	Norma de fabricación		N.T.P 370.042 / ASTM B8	
4	Material del conductor		Cobre electrolítico recocido	
5	Pureza	%	99.90	
6	Sección nominal	mm ²	25	
7	Número de alambres		7	
8	Densidad a 20 °C	gr/cm ³	8.89	
9	Resistividad eléctrica a 20 °C	Ohm-mm ² /m	0.017241	
10	Resistencia eléctrica en CC a 20 °C	Ohm/km	0.727	

Conector tipo AB

Item	Características	Unidad	Valor requerido
1	País de Procedencia		
2	Fabricante		
3	Norma de Fabricación		NBR 13571
4	Material		Bronce
5	Sección del conductor	mm ² .	25
6	Diámetro del electrodo	mm.	16

Tabla de datos técnicos caja de concreto para puesta a tierra

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
	Caja de concreto			
1	País de Procedencia			
2	Fabricante			
3	Norma		NTP 334.081	
4	Materiales		Según numeral 4.1 de NTP 334.081	
5	Fabricación		Según numeral 4.2 de NTP 334.081	
6	Requisitos de acabado		Según numeral 5.1 de NTP 334.081	
7	Resistencia del concreto		Según numeral 5.3 de NTP 334.081	
8	Dimensiones: (Ver plano adjunto)			
	Diámetro exterior	mm	396 ± 2	
	Espesor de la pared	mm	53 ± 2	
	Altura total	mm	300 ± 2	
	Radio de abertura para tapa	mm	173	
	Diámetro de abertura para paso del conductor	mm	30	
9	Rotulado		Según punto 4.1 y plano adjunto	

Tabla de datos técnicos tapa de concreto para puesta a tierra

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
	Tapa de concreto armado			
1	País de Procedencia			
2	Fabricante			
3	Norma		NTP 350.085 en lo aplicable	
4	Materiales		Según numeral 4.1.1 de NTP 350.085	
5	Condiciones generales		Según numerales 3.1, 3.1.1, 3.1.3, 3.1.4, 3.5, 3.6 de NTP 350.085	
6	Requisitos de acabado		Textura adecuada, sin rajaduras, cangrejas, grietas, porosidades, esquinas o bordes rotos o despostillados.	
7	Unión de la armadura		Por puntos de soldadura, según NTP 350.002	
8	Proporción de cemento mínima con respecto al volumen de hormigón.	Kg/m ³	380	
9	Resistencia a la flexión en el centro de la tapa	kN	20	
10	Marco de la tapa:			
	Material		Fierro Fundido, núcleo gris, grano fino y uniforme.	
	Dimensiones		Platina de 1/16" (1,58 mm)	
	Norma		ISO 1083	
11	Dimensiones: (Ver plano adjunto)			
	Diámetro exterior	mm	340 ± 3	
	Espesor total	mm	25 ± 3	
	Huelgo	mm	3 ± 1	
12	Rotulado		Según punto 4.1 y plano adjunto	

Tabla de datos técnicos para conductor de cobre protegido tipo (wp) cpi de 25 mm²

Ítem	Características	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
1	GENERAL			
1	Fabricante			
2	País de fabricación			
3	Norma de fabricación		N.T.P. 370.045 N.T.P. 370.043 y ASTM B8	
4	Masa Nominal del conductor protegido	kg/km	256	
2	Conductor (sin protección)			
1	Material		Cobre electrolítico duro	
2	Pureza	%	99.9	
3	Sección nominal	mm ²	25	
4	Número de alambres		7	
5	Diámetro nominal exterior	mm	6.42	
6	Carga a la tracción	KN	9.95	
7	Masa Nominal	kg/km	224	
8	Densidad a 20 °C	gr/cm ³	8.89	
9	Resistividad eléctrica a 20 °C	Ohm-mm ² /m	0.01793	
10	Resistencia eléctrica en CC a 20 °C	Ohm/km	0.741	
3	PROTECCION			
1	Material		Polietileno o copolímero	
2	Color		Negro	
3	Densidad del material	gr/cm ³	0.92	
4	Resistencia a la tracción mínima	MPa	9.6	

Ítem	Características	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
5	Tensión de ensayo	kV	4	
6	Temperatura de operación	°C	-15 a 75	
7	Espesor promedio mínimo	mm	1.2	

Tabla E12. Tabla de datos técnicos transformadores trifásicos 22.9 ± 2X2.5/0.40-0.23 KV

Potencia	KVA	100 y 125 respect.
Altura de instalación	m.s.n.m.	0-1000
Lugar de instalación		Costa

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
1	Generales			
	País de Procedencia			
	Fabricante			
	Normas		N.T.P. 370.002, IEC 60076	
	Tipo		Trifásico	
	Potencia en cualquier posición del tap (ONAN)	KVA	100 y 125 respect.	
	Numero de arrollamientos		2	
	Frecuencia nominal	Hz	60	
	Alta tensión nominal primaria en vacío	kV	22.9 ± 2x2,5%	
	Baja tensión nominal secundaria en vacío	KV	0,400 – 0,230	
	Número de bornes primario		3	
	Numero de bornes secundario		6	
	Número de taps en el primario		5	
	Regulación de tensión en vacío neutro		Manual	
	Neutro		conexión rígida a tierra	
	Tipo de montaje		Exterior	
	Tipo de enfriamiento		ONAN	
2	Nivel de aislamiento en el primario			
	Tensión máxima de la red	kV	24	
	Tensión de sostenimiento al impulso 1.2/50 Us	kVp	125	
	Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial	kV	50	
3	Nivel de aislamiento en el secundario y neutro			
	Tensión máxima de la red	kV	1.1	
	Tensión de sostenimiento al impulso 1.2/50 Us	kVp	-	
	Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial	kV	3	
4	Grupo de conexión		Dyn5	
5	Sobre elevación de temperatura con potencia nominal			
	Del aceite en la parte superior del tanque	°C	60	
	Promedio del devanado(medido por variación de resistencia)	°C	65	
6	Tensión de corto circuito a 75 °C	%	4	
7	Perdidas			
	En vacío con tensión y frecuencia nominal (fierro)	kW	Según potencia	
	En cortocircuito con corriente nominal a 75°C (cobre)	kW	Según potencia	
	Perdidas totales	kW	Según potencia	
8	Características constructivas			
8.1	Núcleo magnético			
	Laminas		Acero al silicio de grano orientado	
	Laminado		en frío	
	Formación		Apilado de las láminas de acero	

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
8.2 Bobinas				
	Material		Cobre electrolítico	
	Norma		ASTM B 187	
	Material aislante primario		Clase A	
	Material aislante secundario		Clase A	
8.3 Tanque				
	Material		Acero laminado	
	Tratamiento superficial		Según punto 4.3	
	Unión tapa y tanque		Con pernos arandelas de presión y tuercas de hierro galvanizado	
8.4 Aceite				
	Material		Mineral refinado	
	Norma		IEC 60296, IEC 60156	
	Rigidez dieléctrica	KV/2.5mm	>50	
8.5 Aisladores pasatapas				
	Material		Poliméricos	
	Norma		IEC 60137	
	Línea de fuga (según norma IEC 60815)	mm/kV	31	
	Nivel de aislamiento en el primario			
	Tensión máxima de la red	kV	24	
	Tensión de sostenimiento al impulso 1.2/50 Us	kVp	125	
	Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial	kV	50	
	Nivel de aislamiento en el secundario			
	Tensión máxima de la red	kV	1.1	
	Tensión de sostenimiento al impulso 1.2/50 Us	kVp	-	
	Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial	kV	3	
8.6 Accesorios				
	Placa de características		Según punto 4.1.2	
	Tanque conservador de aceite con indicador visual		Potencias > 37.5 KVA	
	Ganchos para izamiento			
	Conmutador de tomas en vacío			
	Válvula de vaciado y toma de muestras de aceite de apertura gradual		Si	
	Válvula de purga de gases acumulados		Si	
	Accesorios de maniobra enclavamiento o seguridad de las válvulas y conmutador		Si	
	Borne para conexión del tanque a tierra.		Si	
	Señalización de potencia del transformador y relación de transformación, fases R, S, T, visible desde la superficie del terreno.		Si	
	Ruedas orientables en planos perpendiculares o rieles y pernos para fijación en crucetas de madera o concreto.		Si	

Tabla E13. Tabla de datos técnicos de conectores tipo cuña
Conectores tipo cuña para conexiones aisladas sin esfuerzo de tensión

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
	Conector tipo cuña			
1	País de Procedencia	-----	-----	
2	Fabricante	-----	-----	
3	Norma de Fabricación, última revisión	-----	ANSI C 119.4	
4	Modelo	-----	-----	
5	Nº de Catálogo	-----	-----	
6	Tipo de conductor	-----	Aislado	
7	Para unión de conductores	-----	Al/Al, Al/Cu	
8	Propiedad bimetálica	-----	Si	
9	Construcción	-----	Cuerpo en forma de "C" y componente cuña	
10	Clasificación Eléctrica según ANSI C119-4	-----	Clase A	
11	Clasificación Mecánica según ANSI C119-4	-----	Clase 3	
12	Diámetro conductor Principal	mm ²	35	
13	Diámetro conductor Derivado	mm ²	35	
14	Certificaciones Internacionales de Calidad ISO 9000	-----	Si	
15	Kid termocontractil que garantice hermeticidad	-----	SI	

Tabla E14. Tabla de datos técnicos de terminales de compresión
Terminales a compresión de cobre estañado

Calibre del conductor (mm)	35
Modelo	TUBULAR ESTANDAR 1 AGUJERO

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
1	País de procedencia	-----	-----	
2	Fabricante	-----	-----	
3	Norma de Fabricación y Pruebas	-----	UL 486A	
4	Certificaciones Internacionales de Calidad ISO 9000	-----	SI	
5	Utilización	-----	En terminaciones de Media Tensión	
6	Modelo	-----	Tubular estándar	
7	Calibre del conductor	mm ²	35	
8	Tensión de utilización máxima	kV	35	
9	Material	-----	Cobre	
10	REVESTIMIENTO			
	Material	-----	Estaño	
	Norma	-----	ASTM B545-71	
	Clase	-----	Cu/Sn 8	
	Espesor de estaño	mm	0.008	
11	AGUJEROS			
	Cantidad	-----	1	
	Diámetro	mm	7.93 o 9.52	
12	DIMENSIONES			
	L mínimo	mm	50	
	B mínimo	mm	20	
	W mínimo	mm	15	
	T mínimo	mm	2.8	
13	Marcado	-----	Según punto 9	

Fuente: Datos tomados de Enosa

Anexo F. Especificaciones técnicas de red secundaria

Tabla F1. Tabla de datos técnicos para postes de concreto armado 8/200/2/120/240

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
	Postes de concreto armado			
1	País de Procedencia			
2	Fabricante			
3	Proceso de fabricación		NTP 339.027	
4	Longitud del poste	m	8	
5	Carga de trabajo	daN	200	
6	Coefficiente de seguridad (CS)		2	
7	Diámetro en la punta	Mm	120	
8	Diámetro en la base	mm	240	
9	Aditivo inhibidor de corrosión			
	Se usará aditivo inhibidor de corrosión		Sí	
	Tipo de Aditivo Inhibidor de corrosión		Compuesto químico que se adiciona durante el mezclado del concreto para proteger al acero de refuerzo de la corrosión	
10	Sellador de protección *		Chemaflex o Cristalflex *	
			Chema bitumen **	
11	Detalle de huecos		Ver láminas del proyecto	
12	Rotulado		Bajo relieve, según planos adjuntos	

Tabla F2. Tabla de datos técnicos para postes de concreto armado 8/300/2/120/240

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
	Postes de concreto armado			
1	País de Procedencia			
2	Fabricante			
3	Proceso de fabricación		NTP 339.027	
4	Longitud del poste	m	8	
5	Carga de trabajo	daN	300	
6	Coefficiente de seguridad (CS)		2	
7	Diámetro en la punta	Mm	120	
8	Diámetro en la base	mm	240	
9	Aditivo inhibidor de corrosión			
	Se usará aditivo inhibidor de corrosión		Sí	
	Tipo de Aditivo Inhibidor de corrosión		Compuesto químico que se adiciona durante el mezclado del concreto para proteger al acero de refuerzo de la corrosión	
10	Sellador de protección *		Chemaflex o Cristalflex *	
			Chema bitumen **	
11	Detalle de huecos		Ver láminas del proyecto	
12	Rotulado		Bajo relieve, según planos adjuntos	

* El chemaflex será aplicado desde la base hasta los 3 m del poste.

** El chema bitumen será aplicado desde la base hasta 2 m de la altura total del poste.

Tabla F3. Tabla de datos técnicos para postes de concreto armado 9/200/2/120/255

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
	Postes de concreto armado			
1	País de Procedencia			
2	Fabricante			
3	Proceso de fabricación		NTP 339.027	
4	Longitud del poste	m	9	
5	Carga de trabajo	daN	200	
6	Coefficiente de seguridad (CS)		2	
7	Diámetro en la punta	Mm	120	
8	Diámetro en la base	mm	255	
9	Aditivo inhibidor de corrosión			
	Se usará aditivo inhibidor de corrosión		Sí	
	Tipo de Aditivo Inhibidor de corrosión		Compuesto químico que se adiciona durante el mezclado del concreto para proteger al acero de refuerzo de la corrosión	
10	Sellador de protección *		Chemaflex o Cristalflex *	
			Chema bitumen **	
11	Detalle de huecos		Ver láminas del proyecto	
12	Rotulado		Bajo relieve, según planos adjuntos	

Tabla F4 Tabla de datos técnicos para postes de concreto armado 9/300/2/120/255

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
	Postes de concreto armado			
1	País de procedencia			
2	Fabricante			
3	Proceso de fabricación		NTP 339.027	
4	Longitud del poste	m	9	
5	Carga de trabajo	DaN	300	
6	Coefficiente de seguridad (CS)		2	
7	Diámetro en la punta	Mm	120	
8	Diámetro en la base	Mm	255	
9	Aditivo inhibidor de corrosión			
	Se usará aditivo inhibidor de corrosión		Sí	
	Tipo de Aditivo Inhibidor de corrosión		Compuesto químico que se adiciona durante el mezclado del concreto para proteger al acero de refuerzo de la corrosión	
10	Sellador de protección *		Chemaflex o Cristalflex *	
			Chema bitumen **	
11	Detalle de huecos		Ver láminas del proyecto	
12	Rotulado		Bajo relieve, según planos adjuntos	

* El chemaflex será aplicado desde la base hasta los 3 m del poste.

** El chema bitumen será aplicado desde la base hasta 2 m de la altura total del poste.

Tabla F5. Tabla de datos técnicos conductores de aluminio aislados tipo caai, con portante de aleación de aluminio aislado de 3 X 25 + 16 + P/25mm²

Item	Descripción	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
1	General			
	Fabricante			
	País de fabricación			
	Norma		Según punto 2.2	
2	Designación CAAI :		3x25 + 16 + P/25 mm ²	
	Tensión Nominal Eo/E	kV	0.6/1	
	Reunión de fases			
	Sentido del cableado		Izquierdo	
	Paso máximo de cableado	mm	800	
	Temperatura máxima a condiciones normales	°C	90	
	Temperatura máxima en cortocircuito (5 s. Máximo)	°C	250	
3	Conductor de fase			
	Masa nominal de conductor y aislamiento	kg/km	114.8	
	Diámetro nominal exterior conductor más aislamiento	mm	9.5	
	Conductor			
	Norma		ASTM B230/B230M, ASTM B231/B231M	
	Material		Aluminio 1350 – H19	
	Conductividad	%IACS	61.2	
	Sección nominal	mm ²	25	
	Clase		A	
	Número de alambres	Nº	7	
	Densidad a 20 ° C	kg / m ³	2705	
	Resistividad eléctrica a 20 °C	Ohm- mm ² /m	0.028172	
	Resistencia eléctrica máxima en CC a 20°C	Ohm/km	1.1494	
	Aislamiento			
	Material		Polietileno reticulado	
	Color		Negro	
	Espesor nominal promedio	mm	1.4	
	Tensión de ensayo de continuidad de aislación	kV	4.8	
4	Conductor alumbrado público			
	Masa nominal de conductor y aislamiento	kg/km	73.4	
	Diámetro nominal exterior conductor más aislamiento	mm	7.5	
	Conductor			
	Norma		ASTM B230/B230M, ASTM B231/B231M	
	Material		Aluminio 1350 – H19	
	Conductividad	%IACS	61.2	
	Sección nominal	mm ²	16	
	Clase		A	
	Número de alambres	Nº	7	
	Densidad a 20 ° C	kg / m ³	2705	
	Resistividad eléctrica a 20 °C	Ohm- mm ² /m	0.028172	
	Resistencia eléctrica máxima en CC a 20°C	Ohm/km	1.1759	
	Aislamiento			
	Material		Polietileno reticulado	
	Color		Negro	
	Espesor nominal promedio	mm	1.2	
	Tensión de ensayo de continuidad de aislación	kV	4.0	

Item	Descripción	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
5	Conductor neutro portante			
	Masa nominal de conductor y aislamiento	kg/km	114.6	
	Diámetro nominal exterior conductor más aislamiento	mm	9.5	
	Conductor			
	Normas		ASTM B398/B398M, ASTM B399/B399M	
	Material del conductor		Aleación de Aluminio 6201 – T81	
	Conductividad	%IACS	52.5	
	Sección nominal	mm ²	25	
	Clase		A	
	Número de alambres		7	
	Carga de rotura mínima	kN	7.9	
	Masa Nominal	kg/km	68.6	
	Densidad a 20 ° C	kg / m ³	2690	
	Resistividad eléctrica a 20 °C	Ohm-mm ² /m	0.032841	
	Resistencia eléctrica máxima en CC a 20 °C	Ohm/km	1.3399	
	Aislamiento			
	Material		Polietileno reticulado	
	Color		Negro	
	Espesor nominal promedio	mm	1.4	
	Tensión de ensayo	kV	4.8	

Tabla F6. Datos técnicos conductores de aluminio aislados tipo caai, con portante de aleación de aluminio aislado de 3x35 + 16 + P/25 mm²

Item	Descripción	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
1	General			
	Fabricante			
	País de fabricación			
	Norma		Según punto 2.2	
2	Designación CAAI :		3x35 + 16 + P/25 mm ²	
	Tensión Nominal Eo/E	kV	0.6/1	
	Reunión de fases			
	Sentido del cableado		Izquierdo	
	Paso máximo de cableado	mm	850	
	Temperatura máxima a condiciones normales	°C	90	
	Temperatura máxima en cortocircuito (5 s. Máximo)	°C	250	
3	Conductor de fase			
	Masa nominal de conductor y aislamiento	kg/km	156.6	
	Diámetro nominal exterior conductor más aislamiento	mm	11.0	
	Conductor			
	Norma		ASTM B230/B230M, ASTM B231/B231M	
	Material		Aluminio 1350 – H19	
	Conductividad	%IACS	61.2	
	Sección nominal	mm ²	35	
	Clase		A	
	Número de alambres	N°	7	
	Densidad a 20 ° C	kg / m ³	2705	
	Resistividad eléctrica a 20 °C	Ohm-mm ² /m	0.028172	
	Resistencia eléctrica máxima en CC a 20°C	Ohm/km	0.821	
	Aislamiento			

Item	Descripción	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
	Material		Polietileno reticulado	
	Color		Negro	
	Espesor nominal promedio	mm	1.6	
	Tensión de ensayo de continuidad de aislación	kV	5.5	
4	Conductor de alumbrado publico			
	Masa nominal de conductor y aislamiento	kg/km	73.4	
	Diámetro nominal exterior conductor más aislamiento	mm	7.5	
	Conductor			
	Norma		ASTM B230/B230M, ASTM B231/B231M	
	Material		Aluminio 1350 – H19	
	Conductividad	%IACS	61.2	
	Sección nominal	mm ²	16	
	Clase		A	
	Número de alambres	N°	7	
	Densidad a 20 ° C	kg / m ³	2705	
	Resistividad eléctrica a 20 °C	Ohm-mm ² /m	0.028172	
	Resistencia eléctrica máxima en CC a 20°C	Ohm/km	1.7959	
	Aislamiento			
	Material		Polietileno reticulado	
	Color		Negro	
	Espesor nominal promedio	mm	1.2	
	Tensión de ensayo de continuidad de aislación	kV	4.0	
5	Conductor neutro portante			
	Masa nominal de conductor y aislamiento	kg/km	114.6	
	Diámetro nominal exterior conductor más aislamiento	mm	9.5	
	Conductor			
	Normas		ASTM B398/B398M, ASTM B399/B399M	
	Material del conductor		Aleación de Aluminio 6201 – T81	
	Conductividad	%IACS	52.5	
	Sección nominal	mm ²	25	
	Clase		A	
	Diámetro de los alambres	mm	2.13	
	Carga de rotura mínima	kN	7.9	
	Masa Nominal	kg/km	68.6	
	Densidad a 20 ° C	kg / m ³	2690	
	Resistividad eléctrica a 20 °C	Ohm-mm ² /m	0.032841	
	Resistencia eléctrica máxima en CC a 20 °C	Ohm/km	1.3399	
	Aislamiento			
	Material		Polietileno reticulado	
	Color		Negro	
	Espesor nominal promedio	mm	1.4	
	Tensión de ensayo	kV	4.8	

Tabla F7. Tabla de datos técnicos de accesorios de conductores auto portantes de aluminio con neutro aislado

Item	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
1	Aislador de porcelana tipo carrete ANSI 53-2			
1.1	País de Procedencia			
1.2	Fabricante			
1.3	Norma		ANSI C29.3	
1.4	Material aislante		Porcelana	
1.5	Clase		ANSI 53-2	
1.6	Resistencia transversal	kn.	13.6	
1.7	Tensión disruptiva a frecuencia industrial			
	- Seco	kv.	25	
	- Lluvia (Horizontal)	kv.	15	
	- Lluvia (Vertical)	kv.	12	
2	GRAPA DE SUSPENSIÓN ANGULAR			
2.1	País de procedencia	-----		
2.2	Fabricante	-----		
2.3	Material de fabricación		Aleación de Aluminio resistente a la corrosión	
2.4	Resistencia a la tracción	N	10 000	
2.5	Resistencia al deslizamiento	N	1 000	
	Rango de diámetro del portante	mm	4 – 12,5	
3	GRAPA DE ANCLAJE			
3.1	País de procedencia	-----		
3.2	Fabricante	-----		
	- Tipo		Cuña	
	- Material de cuerpo y cuña		Aleación de Aluminio resistente a la corrosión	
3.3	Material del estribo		Acero Galvanizado	
3.4	Resistencia a la tracción	N	12 000	
3.5	Resistencia al deslizamiento	N	6 000	
3.6	Galvanizado			
	Norma	-----	ASTM A153/A153 M	
	Acabado	-----	En caliente	
	Clase	-----	C	
	Espesor mínimo	um	100	

Tabla F8. Tabla de datos técnicos de accesorios para postes

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
1	Perno maquinado con tuerca y contratuerca			
1.1	País de procedencia			
1.2	Fabricante			
1.3	Norma de fabricación y pruebas		IEEE 135.1	
1.4	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153M TIPO C	
1.5	Material de fabricación		Acero forjado SAE 1020	
	Norma del acero		SAE AMS5046	
1.6	Espesor mínimo del galvanizado	Um	100	
1.7	Tipo de tuercas		Hexagonal	
1.8	Tipo de contratuercas		Hexagonal de doble concavidad	
1.9	Forma de la cabeza del perno		Hexagonal	
1.10	Dimensiones		Según tabla adjunta	

Tabla de dimensiones de pernos maquinados

Item	Diámetro (ØD) pulg (mm)	Longitud (L) Pulg (mm)	Roscado (R) (mm)	Carga Rotura Mínima (kN)
01	1/4 (6)	2 (51)	51	16
02	1/4 (6)	1 ½ (38)	38	16
03	3/8 (10)	2 (51)	51	27
04	3/8 (10)	2 ½ (64)	64	27
05	3/8 (10)	4 (102)	76	27
06	1/2 (13)	1 (25)	25	35
07	1/2 (13)	1 ½ (38)	38	35
08	1/2 (13)	2 (51)	51	35
09	1/2 (13)	2 ½ (64)	64	35
10	1/2 (13)	3 (76)	76	35
11	1/2 (13)	3 ½ (89)	76	35
12	1/2 (13)	5 (127)	76	35
13	1/2 (13)	8 (203)	102	35
14	1/2 (13)	12 (305)	152	35
15	1/2 (13)	14 (356)	152	35
16	1/2 (13)	15 (381)	152	35
17	1/2 (13)	19 (483)	152	35
18	5/8 (16)	8 (203)	102	55
19	5/8 (16)	10 (254)	152	55
20	5/8 (16)	12 (305)	152	55
21	5/8 (16)	14 (356)	152	55
22	3/4 (19)	8 (203)	102	77
23	3/4 (19)	10 (254)	152	77
24	3/4 (19)	12 (305)	152	77
25	3/4 (19)	14 (356)	152	77
26	3/4 (19)	16 (406)	152	77
27	3/4 (19)	20 (508)	152	77
28	3/4 (19)	22 (559)	152	77

Tabla de datos técnicos

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
1	Perno maquinado con tuerca y contratuerca			
1.1	País de procedencia			
1.2	Fabricante			
1.3	Norma de fabricación y pruebas		IEEE 135.1	
1.4	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153M TIPO C	
1.5	Material de fabricación		Acero forjado SAE 1020	
	Norma del acero		SAE AMS5046	
1.6	Espesor mínimo del galvanizado	Um	100	
1.7	Tipo de tuercas		Hexagonal	
1.8	Tipo de contratuercas		Hexagonal de doble concavidad	
1.9	Forma de la cabeza del perno		Hexagonal	
1.10	Dimensiones		Según tabla adjunta	

Tabla de dimensiones de pernos maquinados

Item	Diámetro (Ø) pulg (mm)	Longitud (L) Pulg (mm)	Roscado (R) (mm)	Carga Rotura Mínima (kN)
01	1/4 (6)	2 (51)	51	16
02	1/4 (6)	1 ½ (38)	38	16
03	3/8 (10)	2 (51)	51	27
04	3/8 (10)	2 ½ (64)	64	27
05	3/8 (10)	4 (102)	76	27
06	1/2 (13)	1 (25)	25	35
07	1/2 (13)	1 ½ (38)	38	35
08	1/2 (13)	2 (51)	51	35
09	1/2 (13)	2 ½ (64)	64	35
10	1/2 (13)	3 (76)	76	35
11	1/2 (13)	3 ½ (89)	76	35
12	1/2 (13)	5 (127)	76	35
13	1/2 (13)	8 (203)	102	35
14	1/2 (13)	12 (305)	152	35
15	1/2 (13)	14 (356)	152	35
16	1/2 (13)	15 (381)	152	35
17	1/2 (13)	19 (483)	152	35
18	5/8 (16)	8 (203)	102	55
19	5/8 (16)	10 (254)	152	55
20	5/8 (16)	12 (305)	152	55
21	5/8 (16)	14 (356)	152	55
22	3/4 (19)	8 (203)	102	77
23	3/4 (19)	10 (254)	152	77
24	3/4 (19)	12 (305)	152	77
25	3/4 (19)	14 (356)	152	77
26	3/4 (19)	16 (406)	152	77
27	3/4 (19)	20 (508)	152	77
28	3/4 (19)	22 (559)	152	77

Tabla de datos técnicos de accesorios para postes

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
2	Perno de acero con tuerca y arandela			
2.1	País de procedencia			
2.2	Fabricante			
2.3	Norma de fabricación y pruebas		IEEE 135.1	
2.4	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C	
2.5	Material de fabricación		Acero forjado SAE 1020	
	Norma del acero		SAE AMS5046	
2.6	Espesor mínimo del galvanizado	um	100	
2.7	Tipo de tuercas		Hexagonal de doble concavidad	
2.8	Forma de la cabeza del perno		Hexagonal	
2.9	Dimensiones		Según tabla adjunta	

Tabla de dimensiones de perno de acero con tuerca y arandela

Item	Diámetro (ØD) pulg (mm)	Longitud (L) Pulg (mm)	Roscado (R) (mm)	Carga Rotura Mínima (kN)
01	1/16 (2)	1 (25)	25	16
02	1/4 (6)	2 (51)	51	16
03	1/4 (6)	3 (76)	76	16
04	5/16 (8)	1 ½ (38)	38	22
05	5/16 (8)	1 ½ (38)	38	22
06	3/8 (10)	3/4 (19)	19	27
07	3/8 (10)	1 (25)	25	27
08	3/8 (10)	2 (51)	51	27
09	3/8 (10)	1 ½ (38)	38	27
10	3/8 (10)	2 (51)	51	27
11	3/8 (10)	6 (152)	102	27
12	3/8 (10)	8 (203)	102	27
13	3/8 (10)	10 (254)	152	27
14	7/16 (11)	5 (127)	76	55
15	5/8 (16)	2 ½ (64)	64	55
16	5/8 (16)	3 ½ (89)	76	55
17	5/8 (16)	2 (51)	51	55
18	5/8 (16)	3 (76)	76	55
19	5/8 (16)	4 (102)	76	55
20	5/8 (16)	5 (127)	76	55
21	5/8 (16)	6 (152)	102	55
22	5/8 (16)	7 (178)	102	55
23	3/4 (19)	1 (25)	25	77
24	3/4 (19)	1 ½ (38)	38	77
25	3/4 (19)	2 (51)	51	77
26	3/4 (19)	2 ½ (64)	64	77
27	3/4 (19)	5 (127)	76	77
28	3/4 (19)	6 (152)	102	77

Tabla de datos técnicos de accesorios para postes

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
3	PERNO OJO A°G° CON TUERCA, ARANDELA Y CONTRATUERCA			
3.1	País de procedencia			
3.2	Fabricante			
3.3	Norma de fabricación		ANSI C135.4	
3.4	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C	
3.5	Material de fabricación		Acero forjado SAE 1020	
	Norma del acero		SAE AMS5046	
3.6	Espesor mínimo del galvanizado	Um	100	
3.7	Tipo de tuercas		Hexagonal	
3.8	Tipo de contratuercas		Hexagonal de doble concavidad	
3.9	Dimensiones		Según tabla adjunta	

Tabla de dimensiones de perno ojo

Item	Diámetro Pulg (mm)	Longitud Pulg (mm)	Roscado (mm)	Carga Rotura Mínima (kN)
01	5/8 (16)	8 (203)	102	55
02	5/8 (16)	10 (254)	152	55
03	5/8 (16)	12 (305)	152	55
04	5/8 (16)	15 (381)	152	55
05	3/4 (19)	8 (203)	102	77
06	3/4 (19)	10 (254)	152	77
07	3/4 (19)	12 (305)	152	77
08	3/4 (19)	14 (356)	152	77
09	3/4 (19)	16 (406)	152	77

Tabla de datos técnicos de accesorios para postes

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
4	PERNO GANCHO DE A°G°			
4.1	País de procedencia			
4.2	Fabricante			
4.3	Norma de fabricación		ANSI C135.4	
4.4	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C	
4.5	Material de fabricación		Acero forjado SAE 1020	
	Norma del acero		SAE AMS5046	
4.6	Espesor mínimo del galvanizado	Um	100	
4.7	Tipo de tuercas		Hexagonal	
4.8	Tipo de montaje		En agujero de poste o Soldada a botadores metálicos	
4.9	Dimensiones		Según tabla adjunta	

Tabla de dimensiones de perno gancho

Item	Diámetro pulg (mm)	Longitud Pulg (mm)	Roscado (mm)	Carga Rotura Mínima (kN)
01	5/8 (16)	8 (203)	102	55
02	5/8 (16)	10 (254)	152	55
03	5/8 (16)	12 (305)	152	55
04	5/8 (16)	15 (381)	152	55
05	3/4 (19)	8 (203)	102	77
06	3/4 (19)	10 (254)	152	77
07	3/4 (19)	12 (305)	152	77
08	3/4 (19)	14 (356)	152	77
09	3/4 (19)	16 (406)	152	77

Tabla de datos técnicos de accesorios para postes

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
5	ARANDELAS CUADRADAS			
5.1	País de procedencia			
5.2	Fabricante			
5.3	Norma de fabricación		ASTM F436M	
5.4	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C	
5.5	Material de fabricación		Acero forjado SAE 1020	
	Norma del acero		SAE AMS5046	
5.6	Espesor mínimo del galvanizado	um	100	
5.7	Dimensiones		Según tabla adjunta	

Tabla de dimensiones de arandelas cuadradas

Item	Arandela cuadrada	Lado (L) pulg (mm)	Espesor (E) Pulg (mm)	Diámetro Hueco (ØD) Pulg (mm)	Carga Rotura Mínima a Esfuerzo Cortante (kN)
01	Plana	4 (102)	1/4 (6)	13/16 (21)	74
02	Plana	2 (51)	1/8 (3)	11/16 (18)	30
03	Plana	2 (51)	1/8 (3)	9/16 (14)	30
04	Plana	2 1/4 (57)	3/16 (5)	11/16 (18)	41
05	Plana	3 (76)	1/4 (6)	13/16 (21)	55
06	Plana	3 (76)	3/16 (5)	13/16 (21)	55
07	Plana	4 (102)	1/2 (13)	11/16 (18)	74
08	Plana	4 (102)	1/4 (6)	13/16 (21)	74
09	Plana	4 (102)	3/16 (5)	13/16 (21)	74
10	Curvada	2 1/2 (64)	3/16 (5)	11/16 (18)	46
11	Curvada	2 (51)	3/16 (5)	11/16 (18)	30
12	Curvada	2 1/4 (57)	3/16 (5)	11/16 (18)	41
13	Curvada	3 (76)	1/4 (6)	13/16 (21)	55
14	Curvada	3 (76)	3/16 (5)	11/16 (18)	55
15	Curvada	4 (102)	1/4 (6)	13/16 (21)	74
16	Curvada	3 (76)	1/4 (6)	11/16 (18)	55

Tabla F9. Tabla de datos técnicos de accesorios de retenidas

Ítem	Descripción	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
1	Cable acero galvanizado de 3/8" Ø			
1.1	País de procedencia			
1.2	Fabricante			
1.3	Normas		ASTM A 475	
1.4	Material		Acero galvanizado	
1.5	Sentido del cableado		Mano izquierda	
1.6	Paso máximo de cableado (En función a la cantidad de veces el diámetro nominal)		16	
1.7	Diámetro nominal	in (mm)	3/8 9.52	
1.8	Número de alambres	N°	7	
1.9	Diámetro nominal de los alambres componentes	in (mm)	0.120 3.05	
1.10	Peso aproximado del cable	(lb/1000ft) (kg/304.80m)	273 124	
1.11	Variación permisible del diámetro de los alambres de los cables de acero galvanizado	± in (mm)	± 0.004 ± 0.10	
1.12	Galvanizado de los alambres de acero	µm	100	

Tabla de cable acero galvanizado de 3/8" ø

Item	Grado	Elongación en 24 pulg (610 mm) %	Carga de Rotura (kN)	Utilizado en retenidas
01	Siemens Martín	8	30.915	Redes secundarias

Tabla de datos técnicos de accesorios de retenidas

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
2	Amarre preformado de acero galvanizado para cable de 3/8"ø			
2.1	País de procedencia			
2.2	Fabricante			
2.3	Normas		ASTM A 475	
2.4	Material		Acero galvanizado	
2.5	Sentido del cableado		Mano izquierda	
2.6	Diámetro nominal	in (mm)	3/8 9.52	
2.7	Número de alambres del amarre	N°	7	
2.8	Diámetro nominal de los alambres componentes	in (mm)	0.120 3.05	
2.9	Variación permisible del diámetro de los alambres de los amarres de acero galvanizado	± in (mm)	± 0.004 ± 0.10	
2.10	Clase de Galvanizado de los alambres de acero		100 micras	

Tabla de amarre preformado de acero galvanizado para cable de 3/8"ø

Item	Diámetro del cable a amarrar D (Pulg)	Grado del acero galvanizado	Longitud mínima (L) (mm)	Carga de Rotura (kN)
01	3/8"	Siemens Martín	890	30.915

Tabla de datos técnicos de accesorios de retenidas

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
3	Perno angular ojo con guardacabo de acero galvanizado con tuerca, arandela y contratuerca.			
3.1	País de procedencia			
3.2	Fabricante			
3.3	Norma de fabricación		ANSI C135.4	
3.4	Material de fabricación del perno ojo		Acero laminado en caliente	
3.5	Requisitos de roscado		Según IEEE C135.1	
	Del perno después del galvanizado		De manera que la tuerca recorra toda la longitud roscada sin el uso de herramientas.	
6.6	Requisitos de acabado			
	De la superficie exterior del perno		Libre de bordes afilados, vetas, escamas, porosidades y rajaduras.	
	De la superficie interior del ojo		Lisa y libre de protuberancias	
3.7	Características de las tuercas y contratuercas:			
	Forma		Hexagonales	
	Forma de las contra tuercas		Hexagonales de doble concavidad	
	Norma de fabricación		IEEE C135.1	
3.8	Características de las arandelas			
	Forma		Circular	
	Norma de fabricación		ASTM F436M	
3.9	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C	
3.10	Espesor mínimo del galvanizado	µm	100	
3.11	Dimensiones		Según tabla adjunta	

Tabla de perno angular ojo con guardacabo

Ítem	Diámetro pulg (mm)	Longitud pulg (mm)	Roscado pulg (mm)	Carga de rotura Mínima (kN)
01	5/8 (16)	8 (203)	4 (102)	55
02	5/8 (16)	10 (254)	4 (102)	55

Tabla de datos técnicos de accesorios de retenidas

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
04	Juego de contrapunta de acero galvanizado			
4.1	País de procedencia			
4.2	Fabricante			
4.3	Norma de fabricación y pruebas			
4.4	Norma del acero		SAE AMS 5046 Y SAE J403	
4.5	Material de fabricación de:		Acero SAE 1020	
4.7	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C	
4.8	Espesor mínimo del galvanizado	um	100	
4.9	Dimensiones		Según tabla adjunta	

Tabla de juego de contrapunta de acero galvanizado

Item	Diámetro del tubo (ØD) pulg (mm)	Longitud (L) (m)
01	2 (50)	1.00

Tabla de datos técnicos de accesorios de retenidas

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
5	Varilla de anclaje con guardacabo acero galvanizado con tuerca y arandela			
5.1	País de procedencia			
5.2	Fabricante			
5.3	Norma de fabricación y pruebas		IEEE C135.2	
5.4	Material de fabricación de la varilla		Acero laminado en caliente	
5.5	Requisitos del roscado de la varilla			
	Ejecución		Previo al galvanizado.	
	Dirección		Concéntrica a los ejes de la varilla.	
	Después del galvanizado		Permitirá que la tuerca recorra toda la longitud roscada sin el uso de herramientas.	
5.6	Requisitos de acabado de la varilla			
	De la superficie exterior		Libre de bordes afilados, vetas, escamas, porosidades y rajaduras.	
	De la superficie interior del ojo		Lisa y libre de protuberancias	
5.7	Características de las tuercas			
	Material de fabricación		Acero laminado en caliente	
	Forma		Hexagonales	
	Norma de fabricación y pruebas		ANSI B 18.2.2	
5.8	Características de las arandelas			
	Forma		Circular	
	Norma de fabricación		ASTM F436M	
5.9	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C	
5.10	Espesor mínimo del galvanizado	um	100	
5.11	Dimensiones		Según tabla adjunta	

Tabla de varilla de anclaje con guardacabo acero galvanizado con tuerca y arandela

Item	Diámetro (ØD) Pulg (mm)	Longitud pies (m)	Roscado pulg (mm)	Carga de rotura mínima (kN)
01	5/8 (16)	6 (1.80)	3 1/2 (89)	71

Tabla de datos técnicos de accesorios de retenidas

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
6	Canaleta guardacable de acero galvanizado.			
6.1	País de procedencia			
6.2	Fabricante			
6.3	Norma de fabricación y pruebas			
6.4	Material de fabricación		Acero SAE 1020	
6.5	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C	
6.6	Espesor mínimo del galvanizado	um	100	
6.7	Dimensiones		Según tabla adjunta	

Tabla de dimensiones de canaleta guarda cable de acero galvanizado

Item	Longitud (mm)	Espesor e Pulg (mm)	Dimensiones del perno	Roscado
01	2400	1/16" (2)	1/2" x 30 mm	Todo

Tabla de datos técnicos de accesorios de retenidas

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
7	Guardacabo de acero galvanizado de 3/8"			
7.1	País de procedencia			
7.2	Fabricante			
7.3	Norma de fabricación y pruebas			
7.4	Material de fabricación		Acero SAE 1020	
	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C	
7.5	Espesor mínimo del galvanizado	um	100	
7.6	Dimensiones		Ver tabla y diseño adjunto (*)	

(*) Diseño adjunto es referencial, se aceptarán otros diseños, para lo cual se adjuntarán planos para su evaluación.

Tabla de guardacabo de acero galvanizado de 3/8"

Item	Diámetro del cable Pulg (mm)
01	3/8 " (10)

Tabla F10. Tabla de datos técnicos electrodo Copperweld

Item	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
1	País de Procedencia			
2	Fabricante			
3	Norma de Fabricación		NBR 13571	
4	Material		Acero recubierto con cobre	
5	Proceso de fabricación		Electrodeposición	
6	Diámetro	mm	16	
7	Longitud	m	2,4	
8	Espesor mínimo de capa de cobre	µm	0,254	
ITEM	CARACTERÍSTICAS	UNID.	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1	País de Procedencia			
2	Fabricante			
3	Norma de Fabricación		NBR 13571	
4	Material		Acero recubierto con cobre	
5	Proceso de fabricación		Electrodeposición	
6	Diámetro	mm	16	
7	Longitud	m	2,4	
8	Espesor mínimo de capa de cobre	µm	0,254	

Tabla F11. Tabla de datos técnicos conector

Item	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
1	País de Procedencia			
2	Fabricante			
3	Norma de Fabricación		NBR 13571	
4	Material		Bronce	
5	Sección del conductor	mm ²	16-35	
6	Diámetro del electrodo	mm	16	

Tabla F12. Tabla de datos técnicos conductor de cobre desnudo, cableado temple blando de 25 mm²

Item	Características	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
1	País de procedencia			
2	Fabricante			
3	Norma de fabricación		N.T.P 370.042 / ASTM B8	
4	Material del conductor		Cobre electrolítico recocido	
5	Pureza	%	99,90	
6	Sección nominal	mm ²	25	
7	Número de alambres		7	
8	Densidad a 20 °C	gr/cm ³	8,89	
9	Resistividad eléctrica a 20 °C	Ohm-mm ² /m	0,017241	
10	Resistencia eléctrica en CC a 20 °C	Ohm/km	0,727	

Tabla F13. Tabla de datos técnicos caja de concreto para puesta a tierra

Ítem	Características	Unid.	Valor Requerido	Valor garantizado
	Caja de concreto			
1	País de Procedencia			
2	Fabricante			
3	Norma		NTP 334.081	
4	Materiales		Según numeral 4.1 de NTP 334.081	
5	Fabricación		Según numeral 4.2 de NTP 334.081	
6	Requisitos de acabado		Según numeral 5.1 de NTP 334.081	
7	Resistencia del concreto		Según numeral 5.3 de NTP 334.081	
8	Dimensiones: (Ver láminas del proyecto)			
	Diámetro exterior	mm	396 ± 2	
	Espesor de la pared	mm	53 ± 2	
	Altura total	mm	300 ± 2	
	Radio de abertura para tapa	mm	173	
	Diámetro de abertura para paso del conductor	mm	30	
9	Rotulado		Según especificaciones y láminas del proyecto	

Tabla F14. Tabla de datos técnicos tapa de concreto para puesta a tierra

Ítem	Características	Unid.	Valor Requerido	Valor garantizado
	Tapa de concreto armado			
1	País de Procedencia			
2	Fabricante			
3	Norma		NTP 350.085 en lo aplicable	
4	Materiales		Según numeral 4.1.1 de NTP 350.085	
5	Condiciones generales		Según numerales 3.1, 3.1.1, 3.1.3, 3.1.4, 3.5, 3.6 de NTP 350.085	
6	Requisitos de acabado		Textura adecuada, sin rajaduras, cangrejas, grietas, porosidades, esquinas o bordes rotos o despostillados.	
7	Unión de la armadura		Por puntos de soldadura, según NTP 350.002	
8	Proporción de cemento mínima con respecto al volumen de hormigón.	Kg/m ³	380	
9	Resistencia a la flexión en el centro de la tapa	kN	20	
10	Marco de la tapa:			
	Material		Fierro Fundido, núcleo gris, grano fino y uniforme.	
	Dimensiones		Platina de 1/16" (1.58 mm)	
	Norma		ISO 1083	
11	Dimensiones: (Ver plano adjunto)			
	Diámetro exterior	mm	340 ± 3	
	Espesor total	mm	25 ± 3	
	Huelgo	mm	3 ± 1	
12	Rotulado		Según punto 4.1 de NTP 350.085	

Tabla F15. Tabla de datos técnicos de pastorales

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
1	Pastorales de A° G°			
1.1	País de procedencia	-----	-----	
1.2	Fabricante	-----	-----	
1.3	Material de fabricación		Acero SAE 1020 Galvanizado	
1.4	Esfuerzo de rotura mínimo	kg/mm ²	28	
1.5	Galvanizado			
	Norma	-----	ASTM A153/A153 M	
	Acabado	-----	En caliente	
	Clase	-----	C	
	Espesor mínimo	um	100	
1.6	Dimensiones			
	Diámetro (Ø1)	mm	38	
	Avance	m	Según láminas de detalles del proyecto	
	Altura	mm	Según láminas de detalles del proyecto	

Tabla F16. Tabla de datos técnicos de abrazaderas para pastorales en postes de baja tensión

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido		Valor garantizado	
			En Postes de Media Tensión	En Postes de Baja Tensión	En Postes de Media Tensión	En Postes de Baja Tensión
1	Abrazaderas para pastorales					
1.1	País de procedencia	-----	-----	-----		
1.2	Fabricante	-----	-----	-----		
1.3	Material de fabricación		Acero SAE 1020			
1.4	Tipo	-----	Según láminas de detalles del proyecto			
1.5	Galvanizado					
	Norma	-----	ASTM A153/A153 M			
	Acabado	-----	En caliente	En caliente		
	Clase	-----	C	C		
	Espesor mínimo *	um	120	120		
1.6	Dimensiones		Ver diagramas adjuntos			
	Para pastorales con diámetro (Ø1)	mm	38	38		
	Diámetro del poste (Ø2)	mm	204	125		
	Diámetro de agujeros (Ø3)	mm	12	12		
	Espesor (e)	mm	5	5		
	Alto (A)	mm	40	40		
	Ancho (B)	mm	50	50		
2	ACCESORIOS					
2.1	Material de fabricación		Acero SAE 1020	Acero SAE 1020		
2.2	Galvanizado					
	Norma	-----	ASTM A153/A153 M	ASTM A153/A153 M		
	Acabado	-----	En caliente	En caliente		
	Clase	-----	C	C		
	Espesor mínimo	um	100	100		
2.3	- Dimensiones		Ver láminas del proyecto			
	Longitud del perno	mm	60	60		
	Diámetro del perno	mm	10	10		
	Diámetro de la arandela	mm	12	12		

Tabla F17. Tabla de datos técnicos para luminarias de 70 w

Item	Características	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
1	Luminarias			
1.1	País de Procedencia			
1.2	Fabricante			
1.3	Norma		IEC 60598	
1.4	Tipo de sistema óptico		Reflexivo	
	Temperatura ambiente máxima (Ta)		$\geq 40^{\circ}\text{C}$	
1.5	Valores mínimos		$E_{\text{med}} \geq 2, 4 \geq G \geq 5$	
1.6	Difusor		De vidrio templado liso, transparente y hermético de 5 mm de espesor como mínimo, protección anti UV. Fijada a carcasa con pernos con accesorios de sujeción de acero inoxidable, aluminio extruido, poliamida o pegado directamente, para cerrado hermético	
1.7	Cuerpo			
	-Material		Aluminio inyectado a presión de un solo cuerpo	
	-Tratamiento exterior		Pintura poliésterica en polvo aplicada electrostáticamente y secado al horno. La pintura debe contener 50% de sólidos en volumen de pigmentos anticorrosivos	
	- (Reflector)		Aluminio de 99.7% de pureza, embutido, abrillantado y anodizado, mínimo de 5 micrones, independiente de la carcasa	
1.8	Empaquetadura		De silicona resistente a los rayos UV y T° de operación de -30°C a $+160^{\circ}\text{C}$. La silicona nueva debe tener Resistencia a la tracción mínima 5.4 MPa; alargamiento a la rotura $> 300\%$ y Dureza Shore A: 55 ± 5 grados	
	Resistencia al Impacto		Acorde a la Norma IEC 62262	
1.9	Equipo auxiliar de encendido		Montado sobre placa extraíble de acero galvanizado o acero inoxidable de 1 mm de espesor mínimo. Con el suficiente espacio para albergar cualquier marca y modelo	
	Marcado		Grabación del nombre de la empresa y año de fabricación en bajo o alto relieve sobre la propia carcasa, no deberá utilizar adhesivo	
1.10	Sistema de fijación		Regulable al pastoral mediante abrazaderas o embone a pastoral de 38.1 mm Ø. El embone no debe ingresar al recinto porta equipo	

Tabla de datos técnicos para luminarias de 70 w

Item	Características	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
1.13	Conexión de equipo auxiliar		Cableado listo para su instalación	
1.14	Grado de protección			
	-Compartimiento de equipos auxiliares		IP 44	
	-Recinto Óptico		IP 65	
2	ACCESORIOS			
2.1	Portalámparas			
	-Rosca		E-27	
	-Posición		Fija o variable (opcional)	
	-Material		Porcelana antivibrante de superficie homogénea, libre de porosidades y agrietamiento, aislado para 600V mínimo	
2.2	Balasto		Incluido	
	-País de Procedencia			
	-Fabricante			
	-Norma		IEC 60923	
	-Tipo		Sin bobina auxiliar / Con bobina auxiliar	
	-Tensión Nominal	V.	220	
	-Frecuencia	Hz.	60	
	-Potencia		Según Lámpara	
2.3	Ignitor		Incluido	
	-Norma		IEC 61347-2-1	
	-Tipo		Impulsador con parada automática / Superpuesto con parada automática	
	-Tensión Nominal	V.	220	
	-Frecuencia	Hz.	60	
	-Potencia		Según Lámpara	
2.4	Condensadores		Incluido	
	-Norma		IEC 61048	
	-Tensión Nominal	V.	220	
	-Frecuencia	Hz.	60	
	-Factor mínimo de potencia del conjunto		0.9	
2.5	Porta fusible			
	-Fusible		Incluido	
	-Tipo		Bipolar	
	-Tensión Nominal	V.	220	
	-Frecuencia	Hz.	60	

Tabla F18. Tabla de datos técnicos para lámparas de 70 w

Item	Características	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
1	País de procedencia			
2	Fabricante			
3	Norma		IEC 60662	
4	Tipo		Sodio de alta presión	
5	Potencia	W.	70	
6	Rosca		E-27	
7	Tensión nominal del Sistema	V.	220	
8	Rango de tensión de operación	%	92 a 106	
9	Frecuencia	Hz.	60	
10	Temperatura mínima de operación	°C	-40	
11	Flujo Luminoso	Lm	6 500	

Tabla F19. Tabla de datos técnicos de accesorios de conductores auto portantes de aluminio con neutro aislado

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
1	Cubierta o manta termocontraible			
1.1	País de procedencia			
1.2	Fabricante			
1.3	Material		Polímero Termocontraíble	
1.4	Relación de Termocontracción		3:1	
1.5	Resistencia a los rayos ultravioleta			
1.6	Aislamiento	V	1 000	
1.7	Resistencia dieléctrica	V/mm	500	
1.8	Dimensiones			
1.9	Longitud	mm		
1.10	Diámetro antes de contraerse	mm		
2	Cubierta o capuchón sellador de extremo de cable			
2.1	País de procedencia			
2.2	Fabricante			
2.3	Material		Polimero Termocontraible	
2.4	Relación de Termocontracción		3:1	
2.5	Resistencia a los rayos ultravioleta			
2.6	Aislamiento	V	1 000	
2.7	Resistencia dieléctrica	V/mm	200	
2.8	Rango de sección de cables a sellar	Mm2	10-35	
2.9	Dimensiones			
	. Longitud	mm	33,5	
	. Longitud total del cilindro	mm	30	
	. Diámetro	mm	4-8	

Tabla F20. Tabla de datos técnicos para conectores tipo cuña para conexiones aisladas sin esfuerzo de tensión

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
	Conector tipo cuña			
1	País de Procedencia	-----	-----	
2	Fabricante	-----	-----	
3	Norma de Fabricación, última revisión	-----	ANSI C 119.4	
4	Modelo	-----	-----	
5	Nº de Catálogo	-----	-----	
6	Tipo de conductor	-----	Aislado	
7	Para unión de conductores	-----	Al/Al, Al/Cu	
8	Propiedad bimetalica	-----	Si	
9	Construcción	-----	Cuerpo en forma de "C" y componente cuña	
10	Clasificación Eléctrica según ANSI C119-4	-----	Clase A	
11	Clasificación Mecánica según ANSI C119-4	-----	Clase 3	
12	Diámetro conductor Principal	mm ²	10, 16, 25, 35, 50, 70 (*)	
13	Diámetro conductor Derivado	mm ²	1.5, 2.5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50, 70 (*)	
14	Certificaciones Internacionales de Calidad ISO 9000	-----	Si	
15	Kid termocontractil que garantice hermeticidad	-----	SI	

(*) A ser seleccionado por el usuario

Tabla F21. Tabla de datos técnicos de caja de derivación

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
1	Caja de derivación			
1.1	País de procedencia	-----		
1.2	Fabricante	-----		
1.3	Tipo de montaje		Adosada al poste	
1.4	Resistencia a los rayos UV			
1.5	Resistencia al impacto			
1.6	Grado de protección		IP44	
1.7	Tensiones de trabajo	V	380/220 – 440/220	
1.8	Aislamiento	V	1 000	
1.9	Número de salidas		6 - 9	

Tabla F22. Tabla de datos técnicos de porta líneas verticales simples

Ítem	Características	Unid.	Valor requerido	Valor garantizado
7	Portalineas verticales simples			
7.1	País de procedencia			
7.2	Fabricante			
7.3	Norma de fabricación		ANSI C135.20	
7.4	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C	
7.5	Material de fabricación de la portallinea y pin		Acero SAE 1020	
	Norma del acero		SAE AMS5046	
	Dimensiones de la plancha de acero para aislador 53-1/53-2 (a x e)		38mm x 5mm	
7.6	Material de fabricación del pasador		acero galvanizado, latón o bronce.	
7.7	Espesor mínimo del galvanizado	um	100	
7.8	Dimensiones		Según tabla adjunta	

Tabla de dimensiones de porta líneas

Item	Tipo de Portalínea	Para Aislador	Longitud A mínima	Longitud B mínima	Diámetro (ØD) Mínimo	Carga rotura Mínima (kN)	Ø Pin pulg (mm)
01	vertical simple	53-2	90	80	14	17.8	5/8 (16)

Tabla F23. Tabla de datos técnicos del contador de energía

- Norma	: IEC 61036	
- Certificado de calidad		: ISO 9001
- Número de hilos y sistema		: monofásico 2 hilos
- Medición	:	Energía activa
- Conexión	:	Directa
- Diseño	: Electrónico	
- Clase de precisión		: 1
- Tensión nominal (V)		: 220
- Intensidad nominal (A)		: 10 (alternativamente según necesidad 5, 15, 20, 30, 40 y 50 A)
- Frecuencia (Hz)		: 60
- Intensidad máxima		: 400% Ib
- Bornes y caja de bornes		: Frontal inferior
- Protección ingreso agua y polvo		: IP 54
- Material de base, caja de bornes y tapa		: Policarbonato autoextinguible
- Consumo propio para circuitos BT		: < 2 W/10 VA
- Consumo propio circuitos intensidad		: < 4 VA
- Influencia sobreintensidades de corta duración	:	< 1.5%
- Influencia del calentamiento propio	:	< 0.7% (fdp=1) <1.0% (fdp=0.5 inductivo)
- Aislamiento	:	Clase II
- Intensidad de arranque		: < 0.4% Ib
- Pantalla	: Cristal líquido LCD	
- Temperatura de operación de LCD		: -20 hasta +55°C
- Memoria no volátil para el visualizador		: > 4 meses
- Dígitos	: 5 enteros y un decimal	
- Polaridad del sistema		: Siempre positivo
- Señalización para polaridad invertida		: Incluido
- Dispositivo de salida para ensayos metrológicos		: Impulsos de luz visible (LED)
- Dispositivo de salida de Pulsos para telemedición (Sistema AMR)		: SI

Tabla F24. Tabla de datos técnicos del interruptor termo magnético

Dentro de la cajatoma porta medidor se instalará un interruptor termo magnético de las siguientes características:

- Norma de fabricación y pruebas	IEC 60947-2
- Número de polos	Unipolar
- Corriente nominal	10 amperios
- Frecuencia	60 Hz
- Tensión nominal	220 V
- Tensión de aislamiento	500 V
- Capacidad de ruptura	10 kA a 240 V
- Temperatura de funcionamiento	-10 a 40°C



Anexo G. Figuras de red primaria

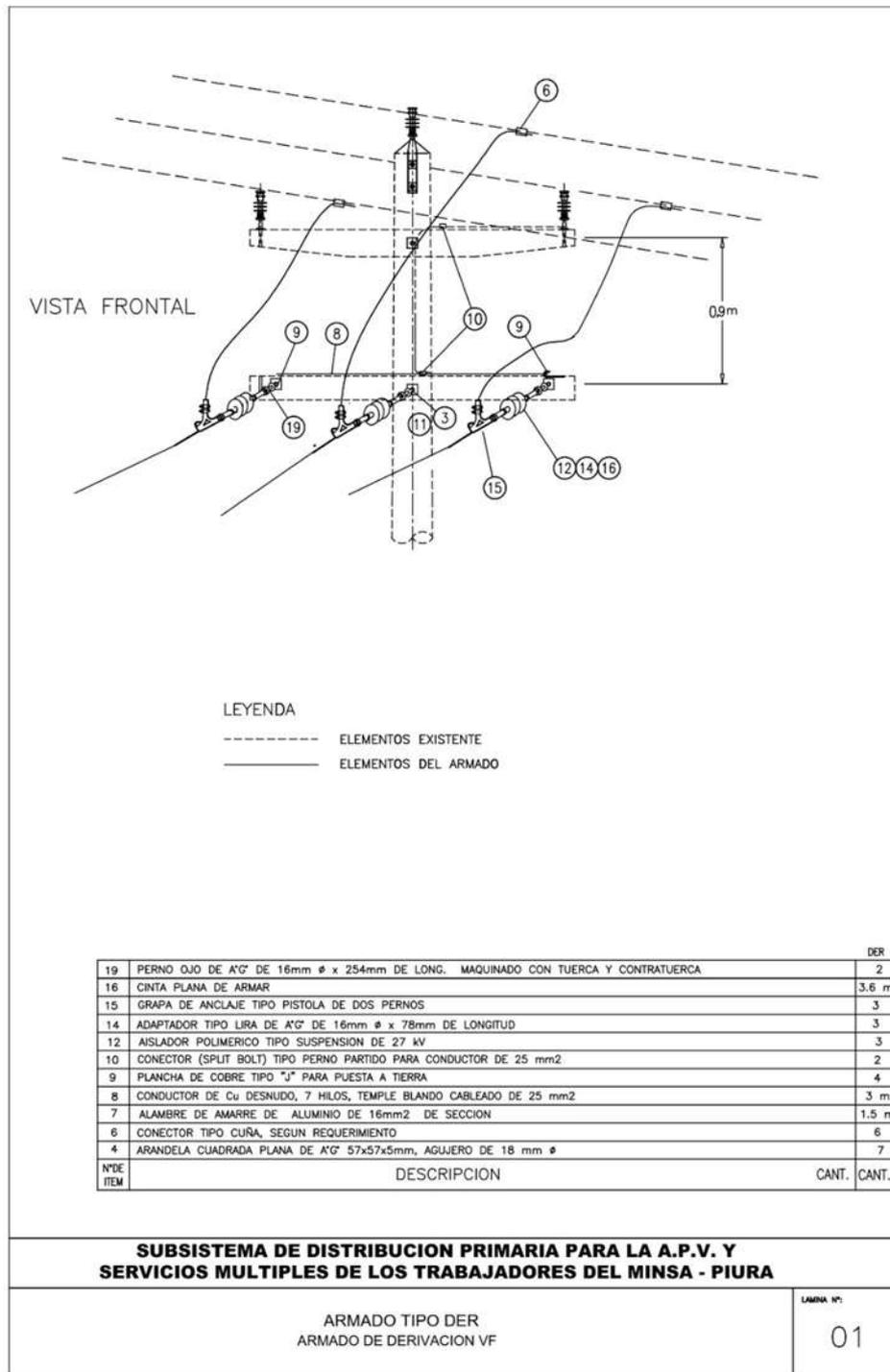


Figura G1. Armado tipo derivación

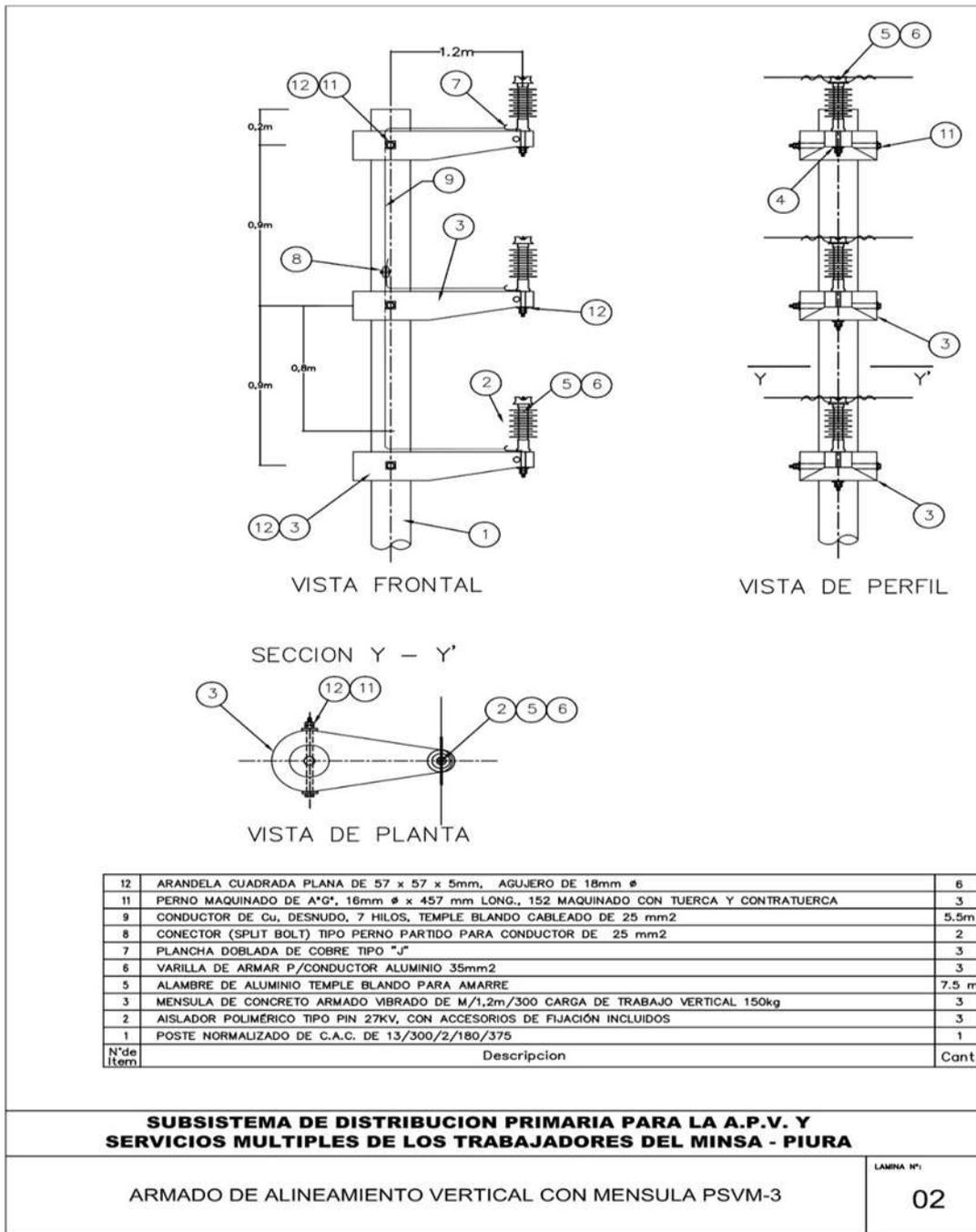


Figura G2. Armado de alineamiento vertical con ménsula PSVM-3

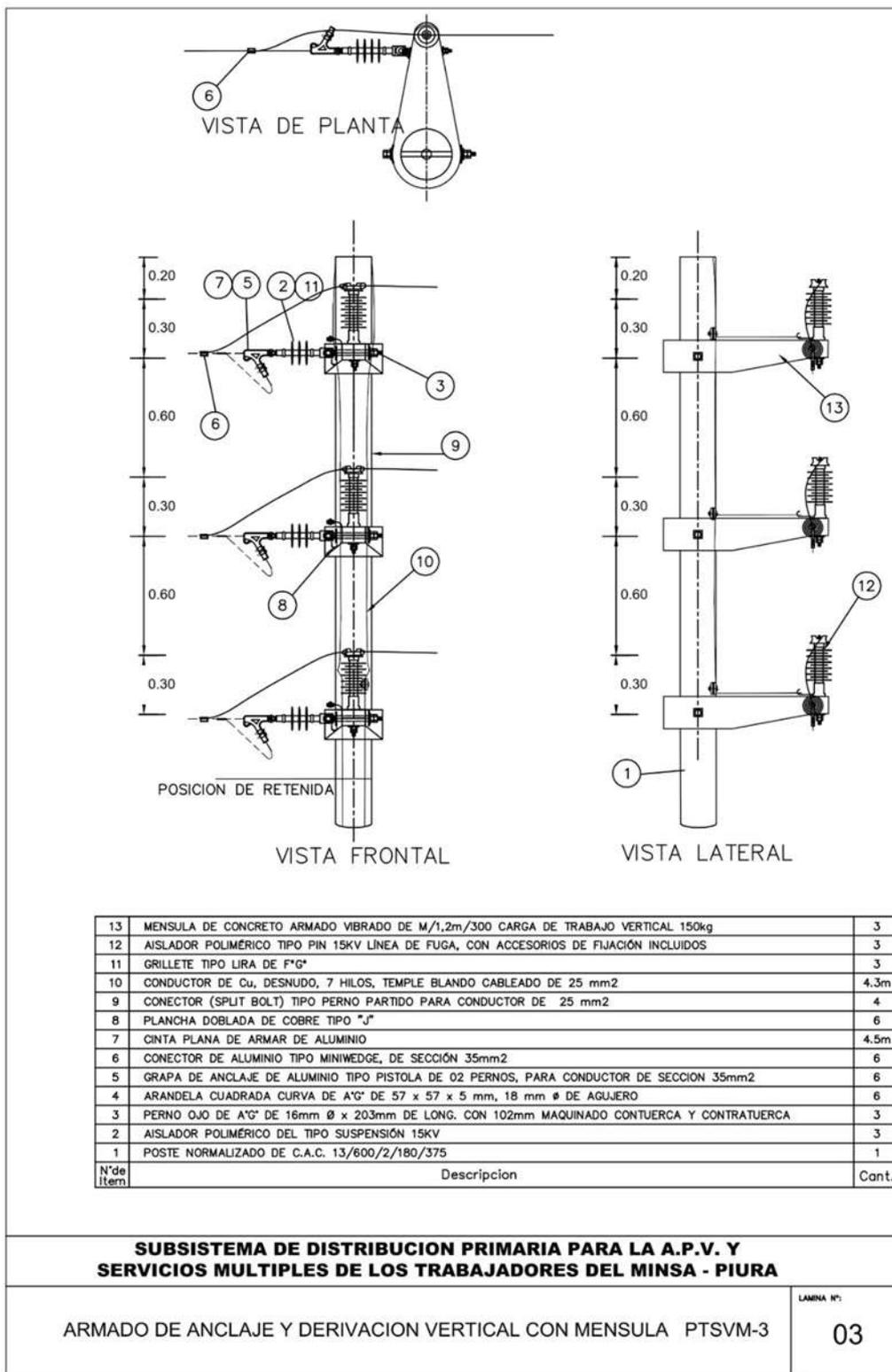


Figura G3. Armado de anclaje y derivación vertical con ménsula PTSVM.3

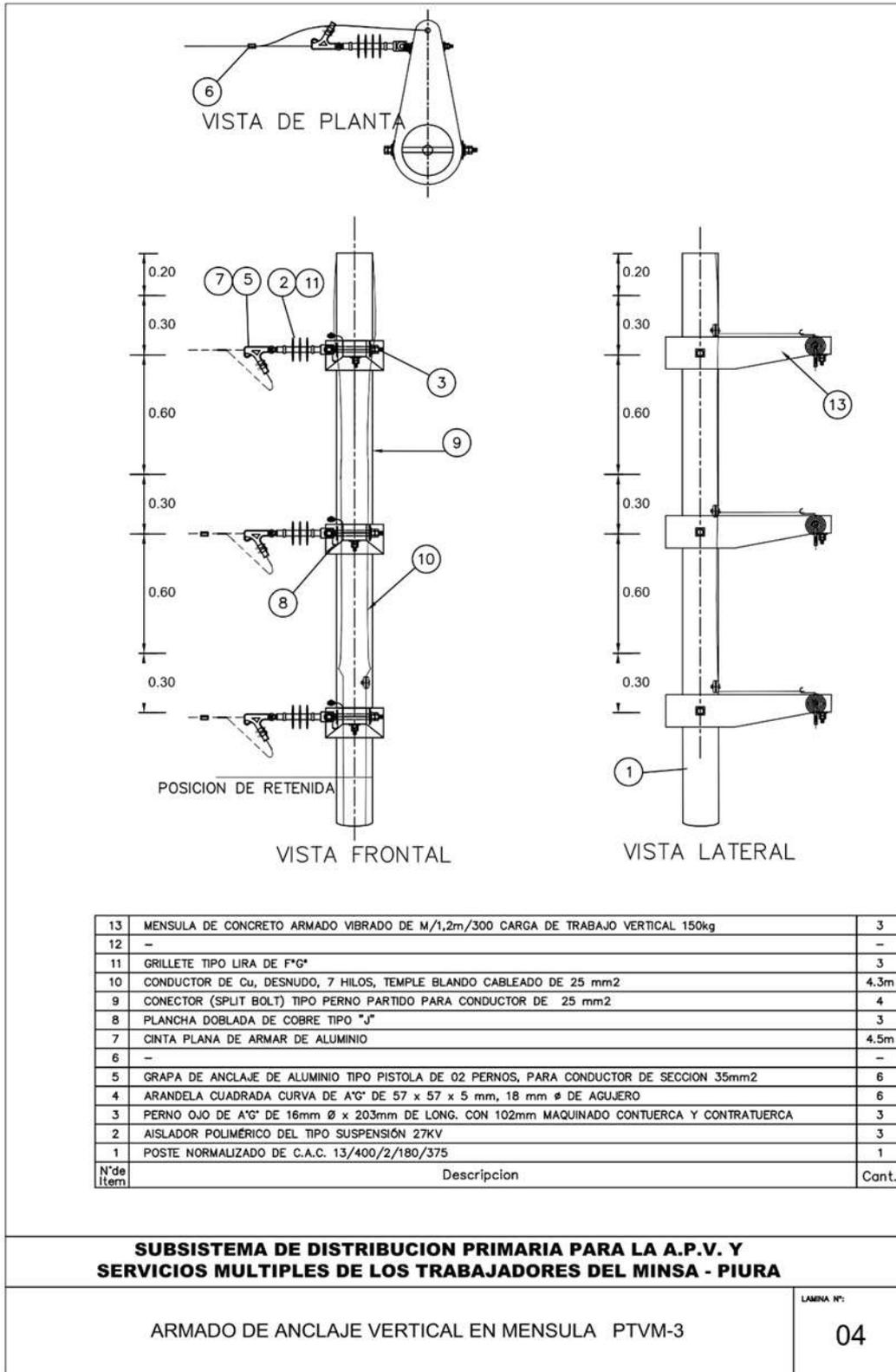


Figura G4. Armado anclaje vertical en ménsula PTVM-3

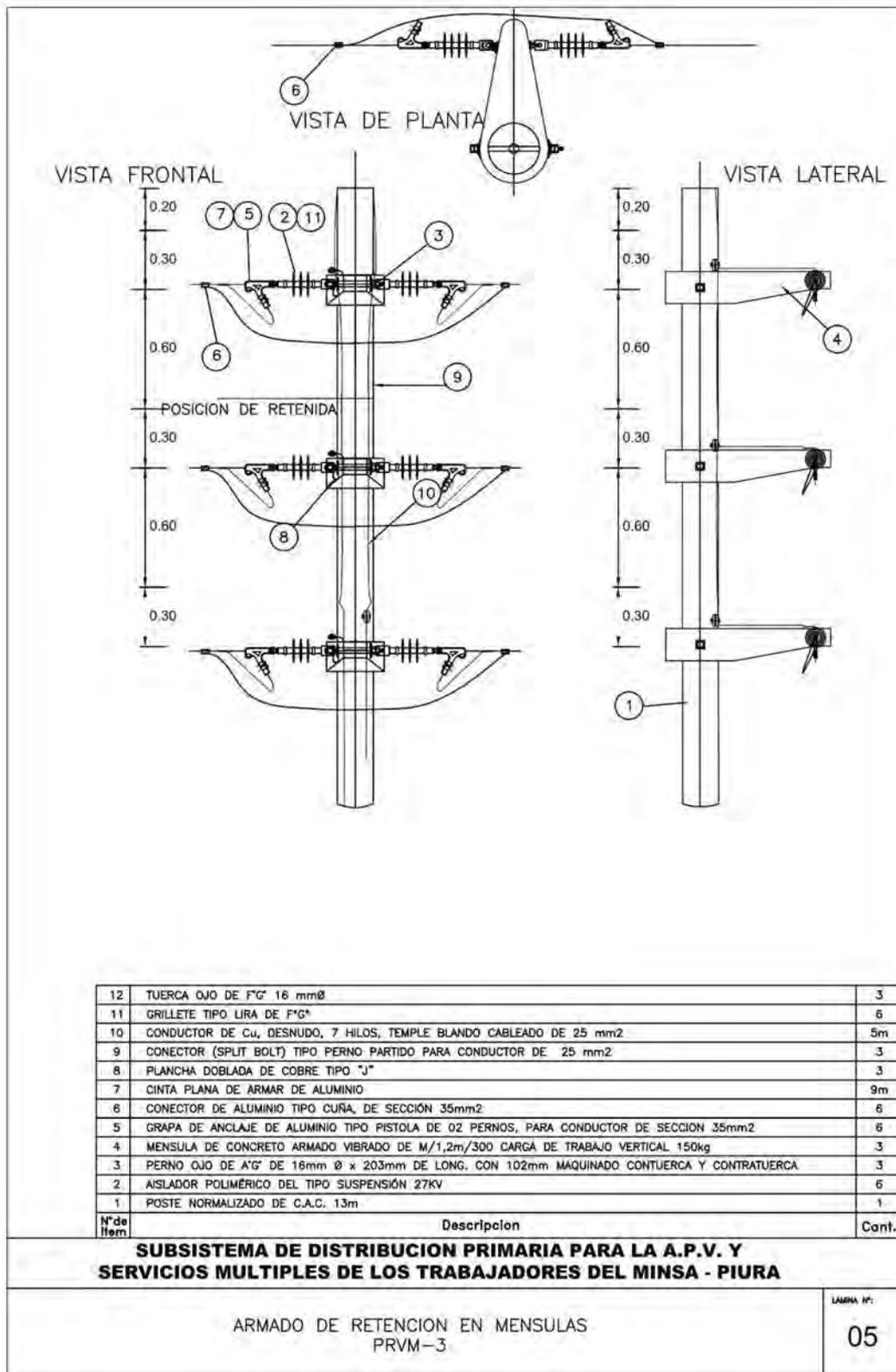


Figura G5. Armado de retención en ménsula PRVM-3

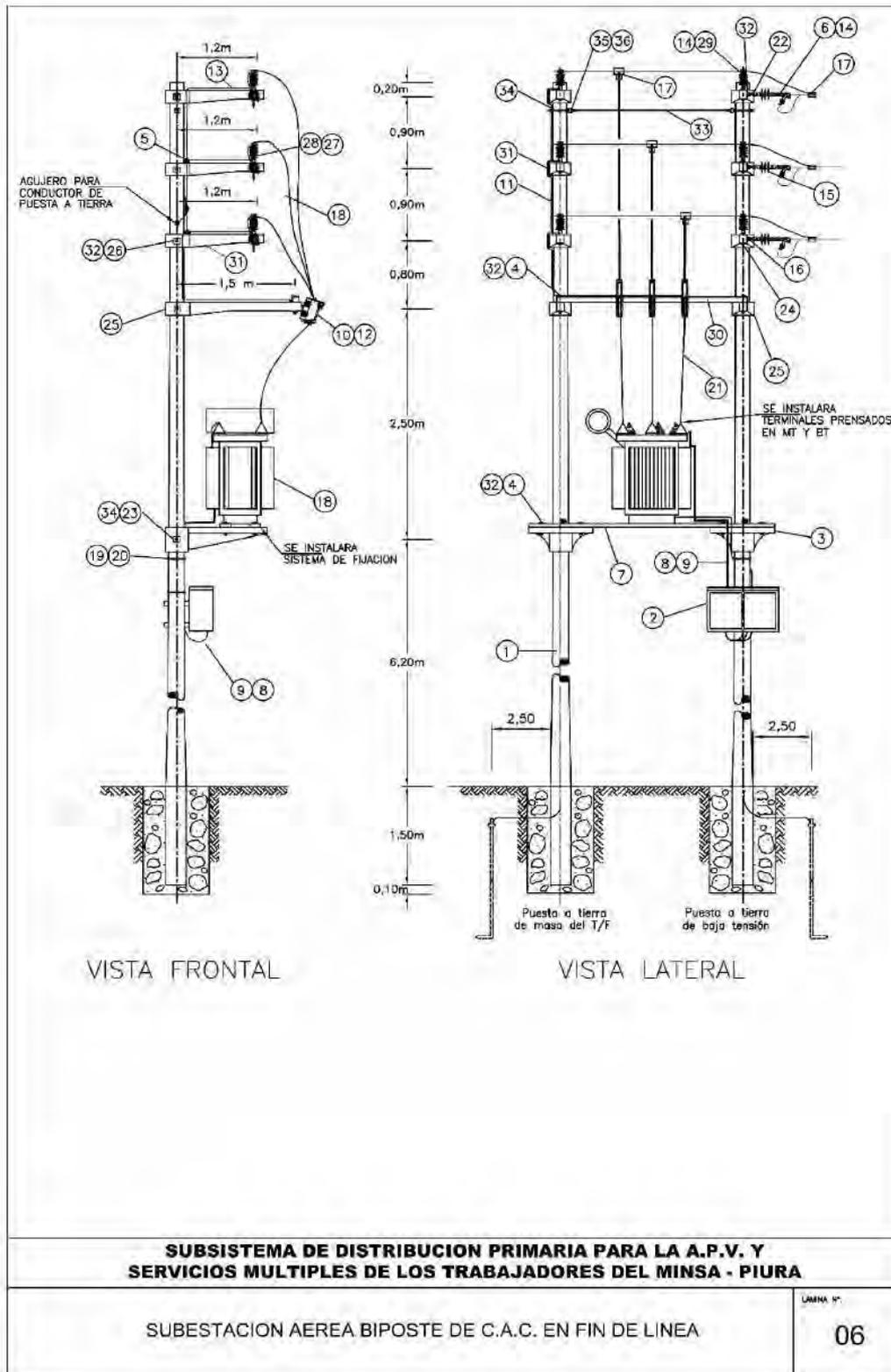


Figura G6. Sub estación aérea Biposte de C.A.C. en fin de línea

36	MORDAZA PREFORMADA DE ACERO PARA CABLE DE 10mm #	2
35	PERNO OJO DE 16mm # x 254mm LONGITUD, 152mm MAQUINADO	2
34	ARANDELA CUADRADA CURVA, 57 x 57 x 5mm x 18mm # AGUJERO	4
33	CABLE DE ACERO HS DE 10mm #	2,5 m
32	ARANDELA CUADRADA PLANA, 57 x 57 x 5mm x 18mm # AGUJERO	42
31	MENSULA DE CONCRETO ARMADO VIBRADO DE M/1,20/300 CARGA DE TRABAJO VERTICAL 150	6
30	PERFIL CUADRADO DE A'G' DE 76 x 76 mm x 2300 mm DE LONG.	1
29	ALAMBRE DE AMARRE DE ALUMINIO DE 10mm ² DE SECCION	9 m
28	ESPIGA LARGA DE A'G' PARA CRUCETA, DE 19 mm. Ø x 356 mm. DE LONG.	6
27	AISLADOR POLIMERICO TIPO PIN 27 KV	6
26	PERNO MAQUINADO DE A'G' DE 16 mm. Ø x 457 mm. 152 mm. MAQ. CON TUERCA Y CONTRATUERCA	8
25	MENSULA DE CONCRETO ARMADO VIBRADO DE M/1,50/300 CARGA DE TRABAJO VERTICAL 150	2
24	ARANDELA CUADRADA PLANA, 57 x 57 x 5 mm, 20 mm # AGUJERO	10
23	PERNO MAQUINADO DE A'G' DE 19 mm. Ø x 508 mm. 152 mm. MAQ. CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2
22	ADAPTADOR TIPO LIRA A'G' DE 16 mm Øx78 mm LONGITUD	3
21	CABLE DE COBRE 7 HILOS DE 35mm ² T.D.	15 m
20	HEBILLA PARA FLEJE DE ACERO DE 19 mm	2
19	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 19 mm, ESPESOR 0,8 mm	2,4 m
18	TRANSFORMADOR TRIFASICO DE DISTRIBUCION	1
17	CONECTOR TIPO CUÑA SEGUN REQUERIMIENTO	6
16	PERNO OJO DE A'G', 16mm # x 203 mm LONG., 102mm MAQUINADO CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3
15	AISLADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION, 27 KV	3
14	CINTA PLANA DE ARMAR, SEGUN REQUERIMIENTO	10,8 m
13	PLANCHA DE COBRE TIPO "J" PARA PUESTA A TIERRA	9
12	SECCIONADOR FUSIBLE TIPO EXPULSION	3
11	CONDUCTOR DE Cu, 7 HILOS, TEMPLE BLANDO CABLEADO DE 25 mm ²	24 m
10	FUSIBLE DE EXPULSION, SEGUN REQUERIMIENTO	3
9	CABLE NYY TRIPLEX, PARA FASES	8 m
8	CABLE NYY UNIPOLAR, PARA EL NEUTRO	8 m
7	PERFIL "C" DE F'G' DE 102mm x 76,2mm x 9,5mm ESPESOR x 2,8m DE LONGITUD	2
6	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA DE ALEACION DE ALUMINIO	3
5	CONECTOR (SPLIT BOLT) TIPO PERNO PARTIDO PARA CONDUCTOR DE 25 mm ²	4
4	PERNO MAQUINADO DE 16 mm # x 254 mm LONGITUD, 152 mm MAQUINADO	10
3	MEDIA LOZA DE C.A.V. 1.30/750 PARA SOPORTE DEL TRANSFORMADOR	2
2	TABLERO DE DISTRIBUCION INCLUIDO ABRAZADERA	1
1	POSTE NORMALIZADO DE C.A.C. TIPO 13/800/210/405	2
ITEM	DESCRIPCION	CANT.
SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA PARA LA A.P.V. Y SERVICIOS MULTIPLES DE LOS TRABAJADORES DEL MINSA - PIURA		
SUBESTACION AEREA BIPOSTE DE C.A.C. EN FIN DE LINEA		LAMINA N°: 06A

REN

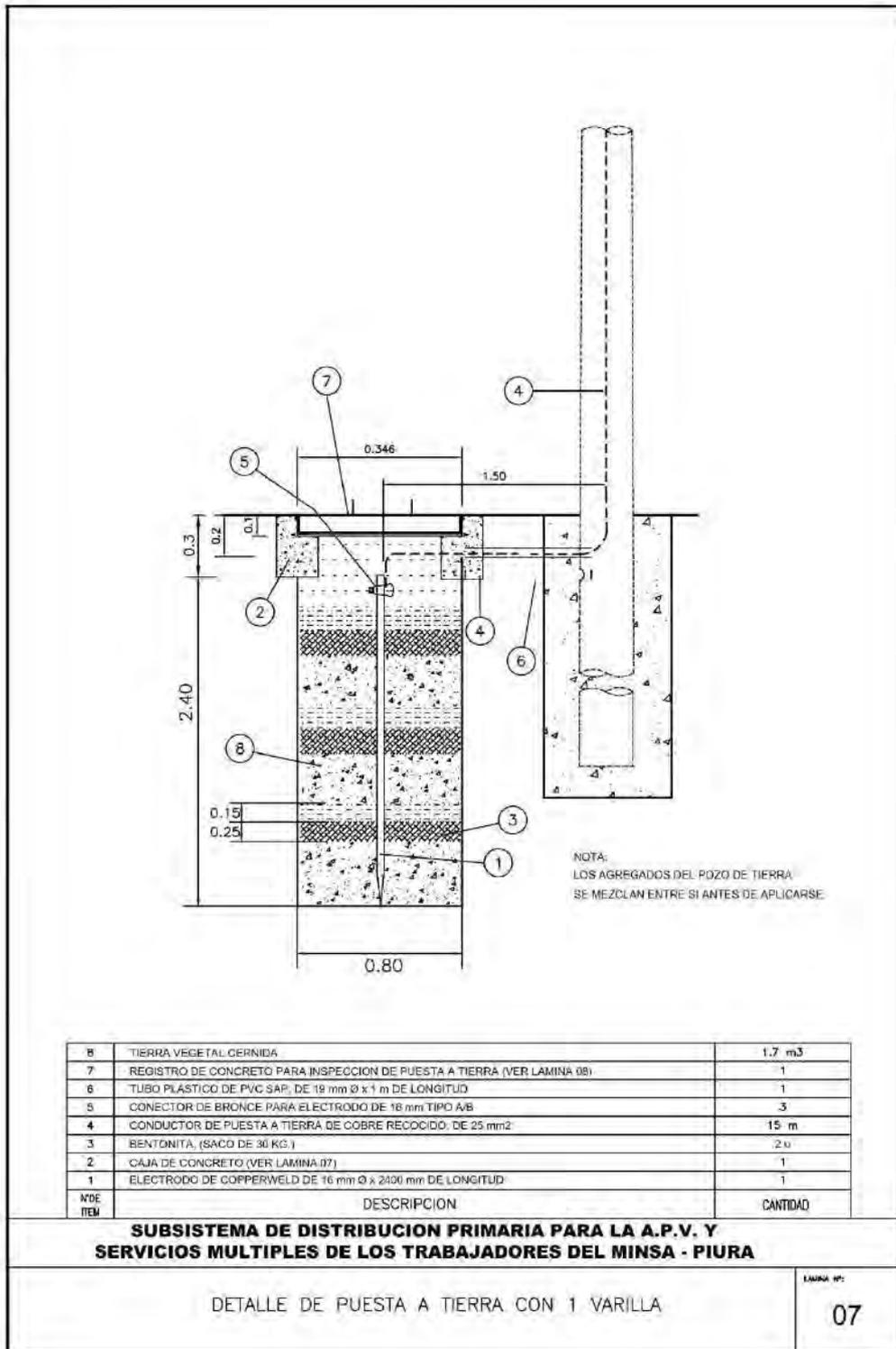


Figura G7. Detalle con puesta a tierra de 1 varilla

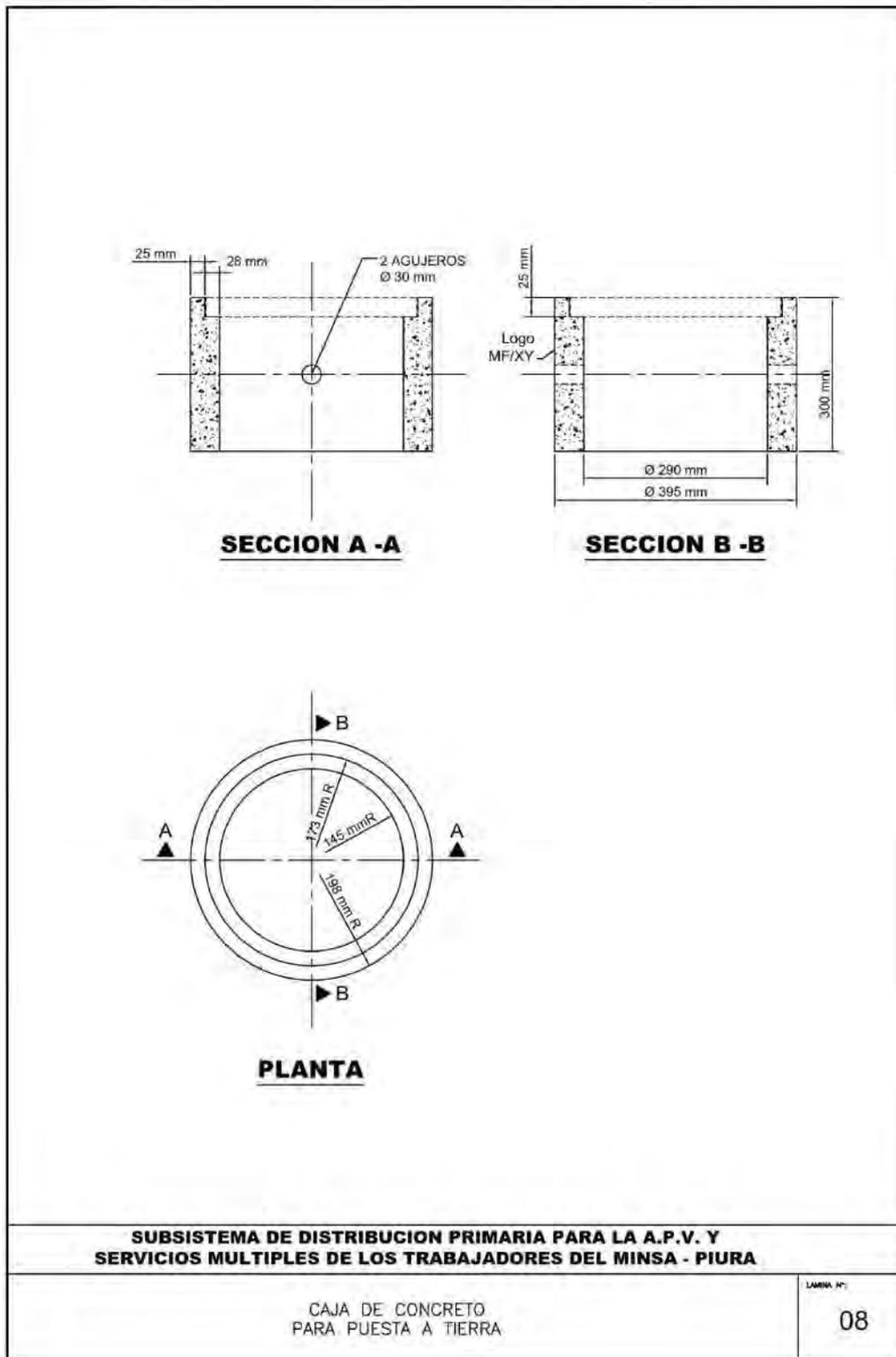


Figura G8. Caja de concreto para puesta a tierra

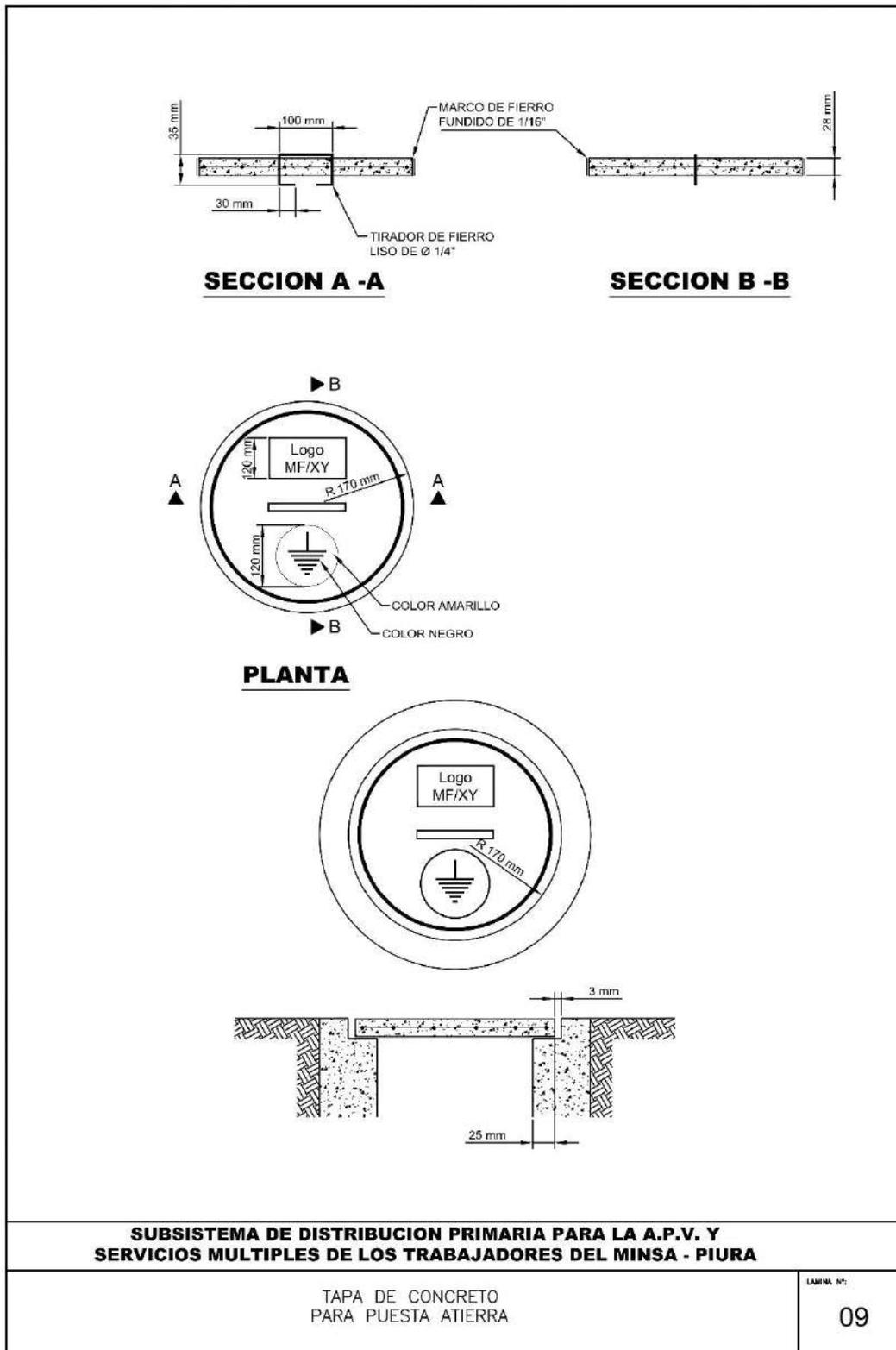


Figura G9. Tapa de concreto para puesta a tierra

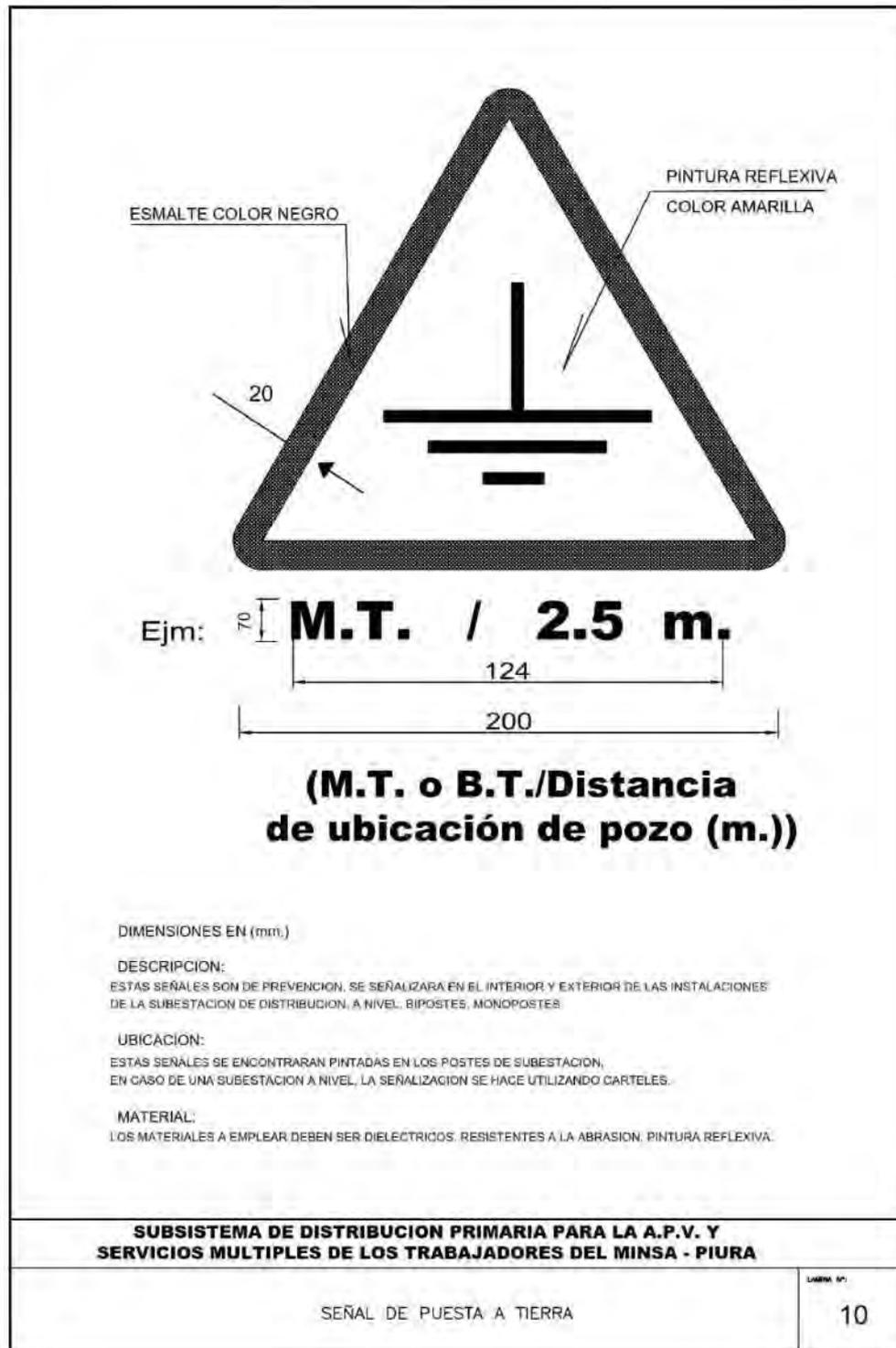


Figura G10. Señalización de puesta a tierra

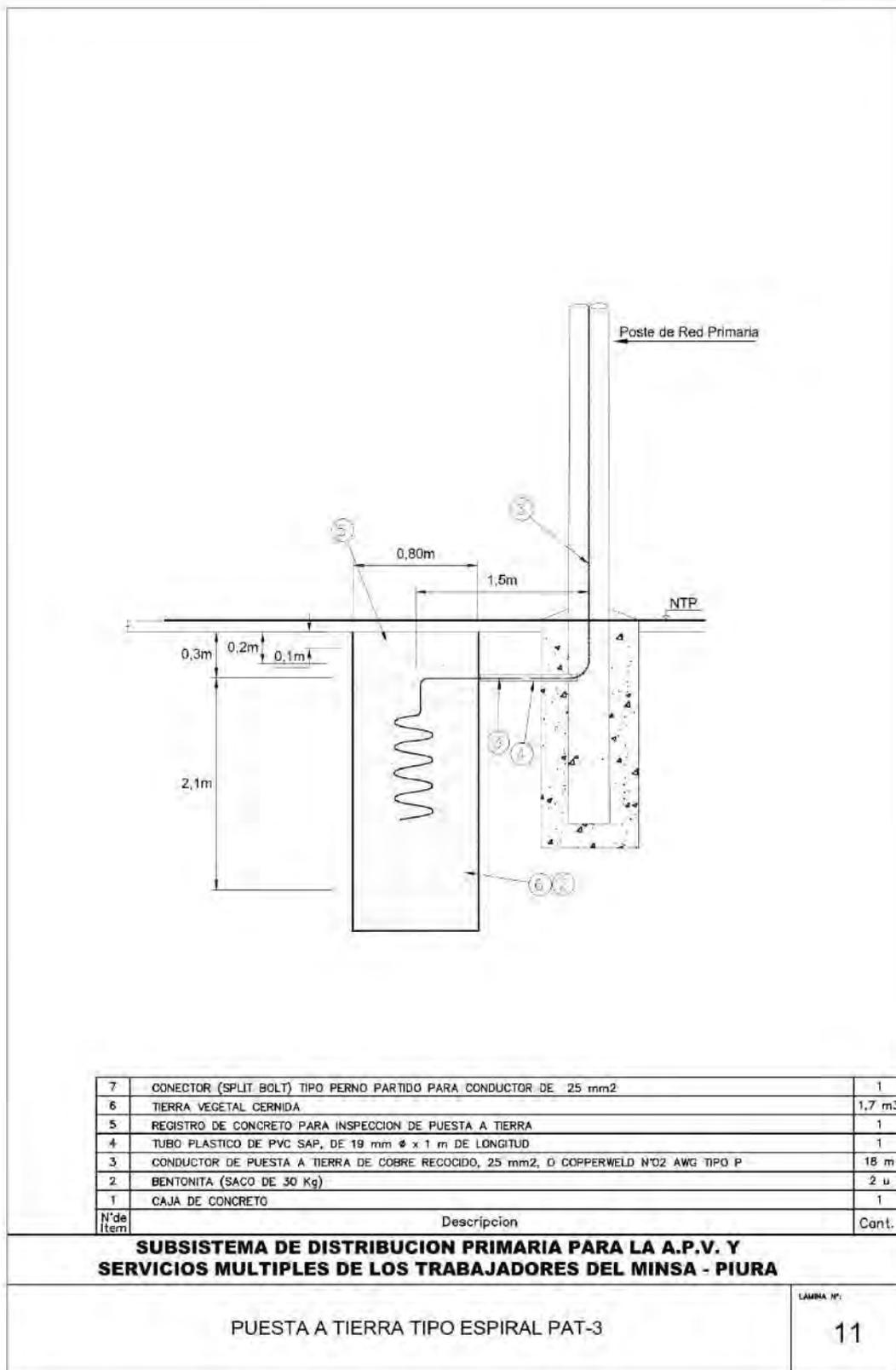


Figura G11. Puesta a tierra tipo espiral PAT-3

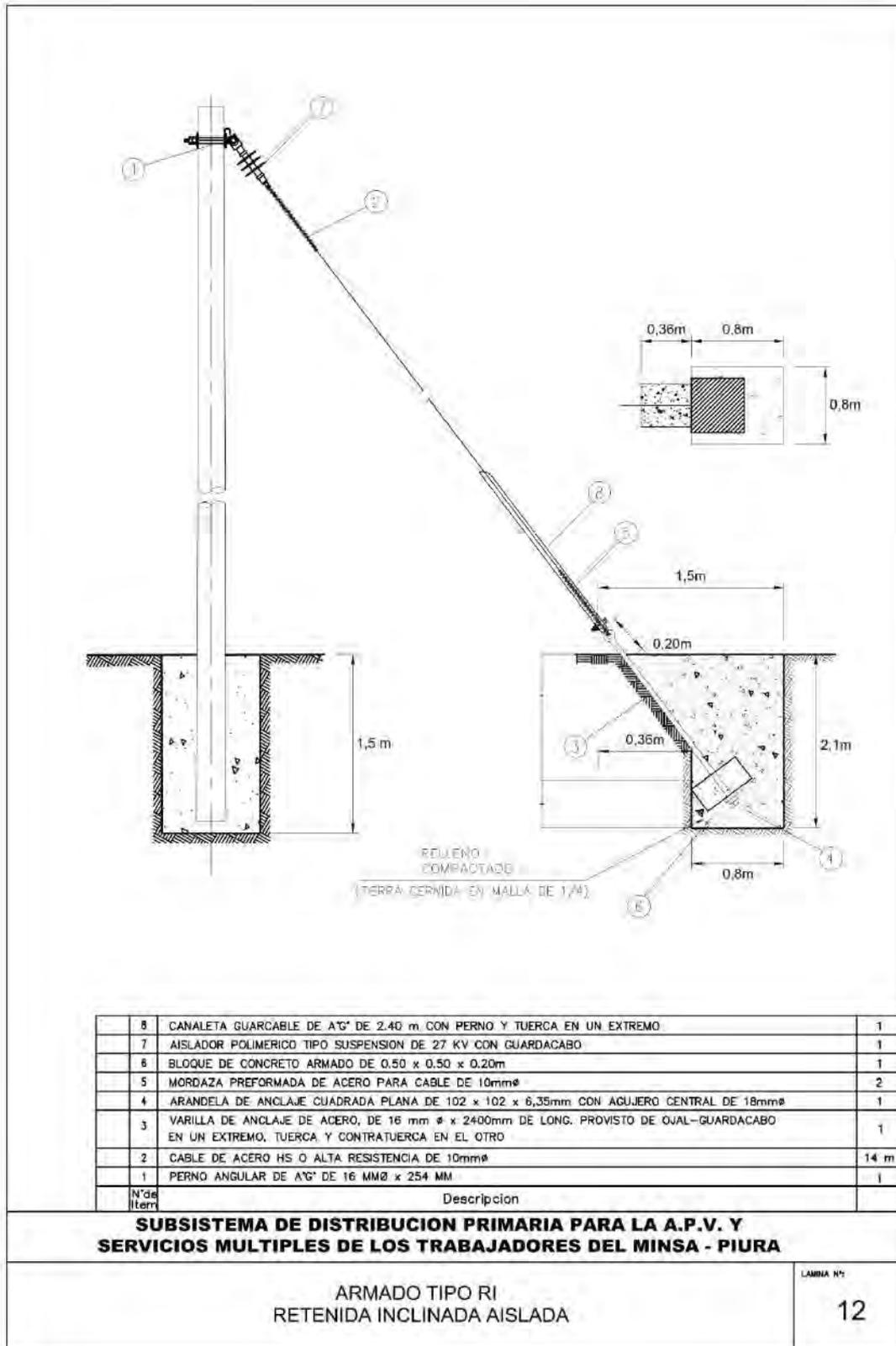


Figura G12. Armado tipo RI: retenida inclinada Aislada

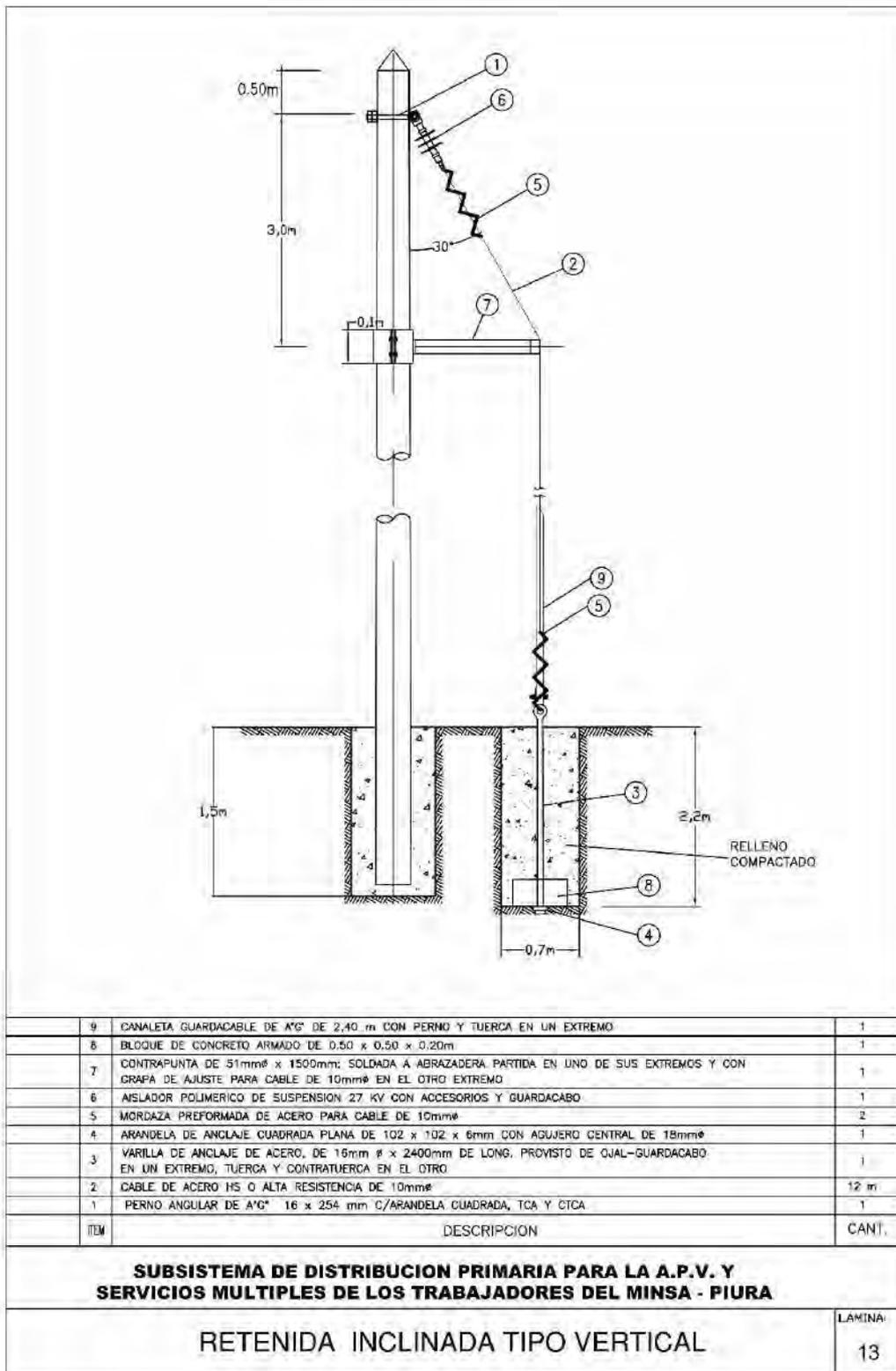


Figura G13. Retenida vertical

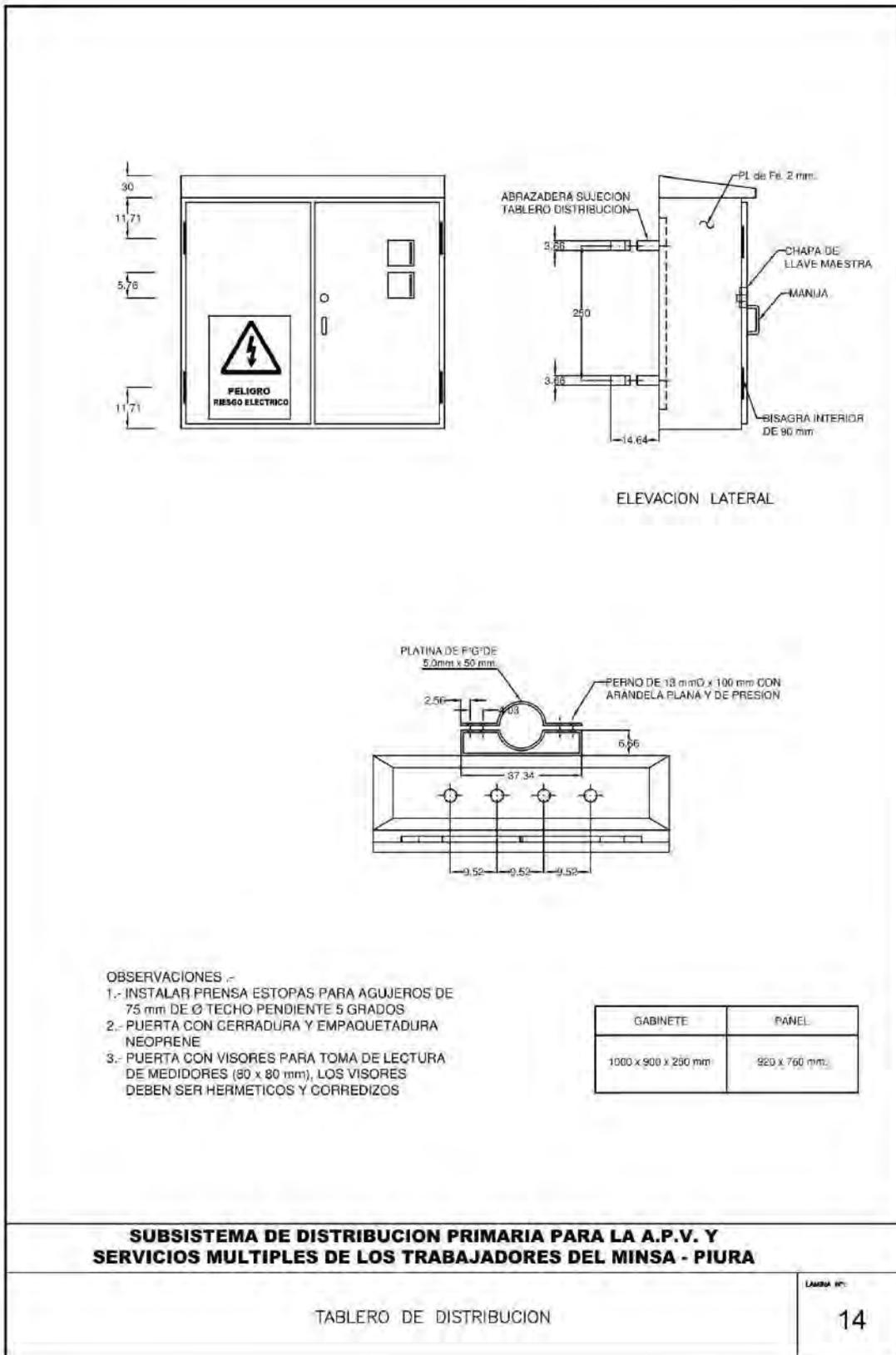
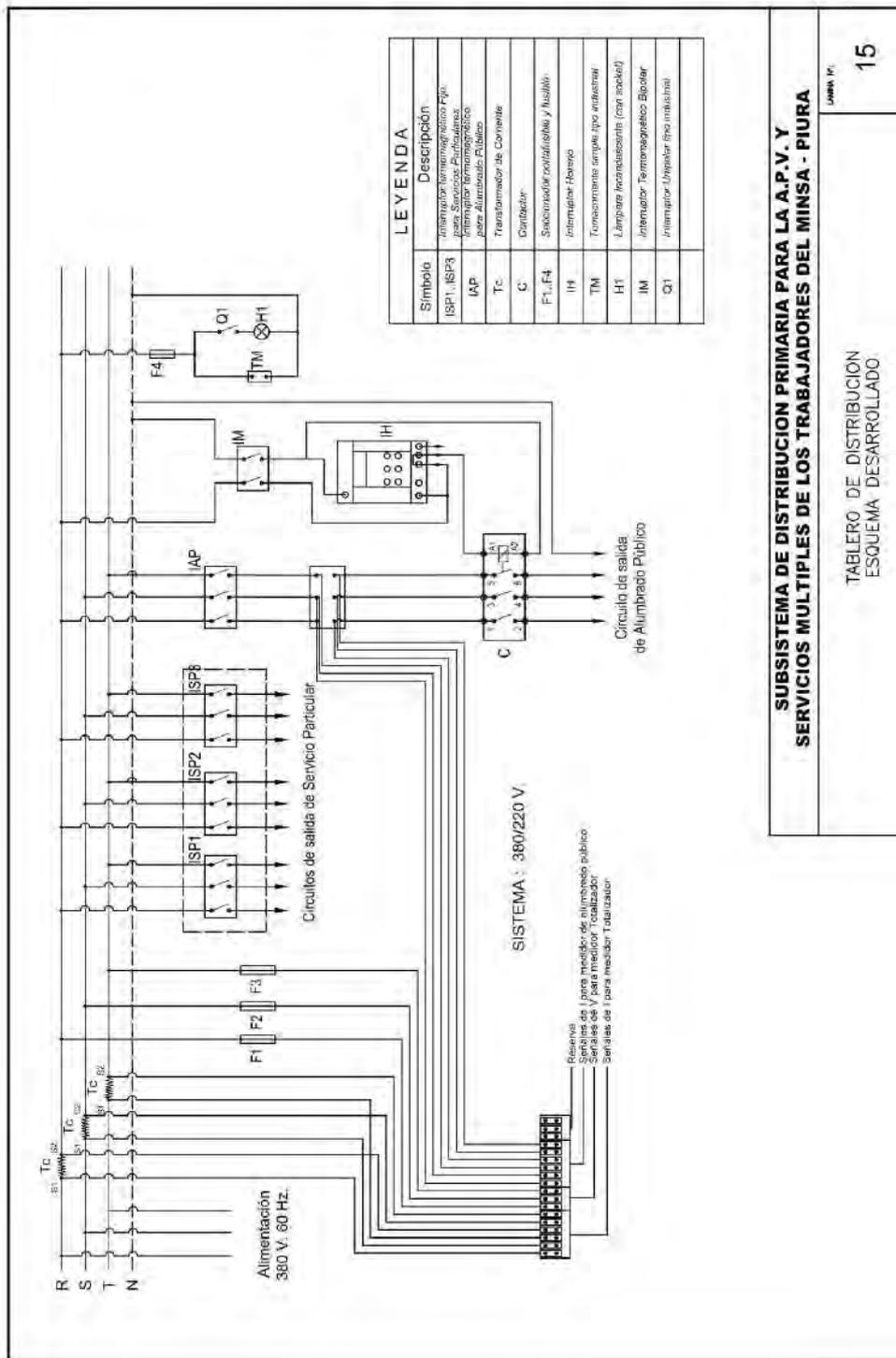


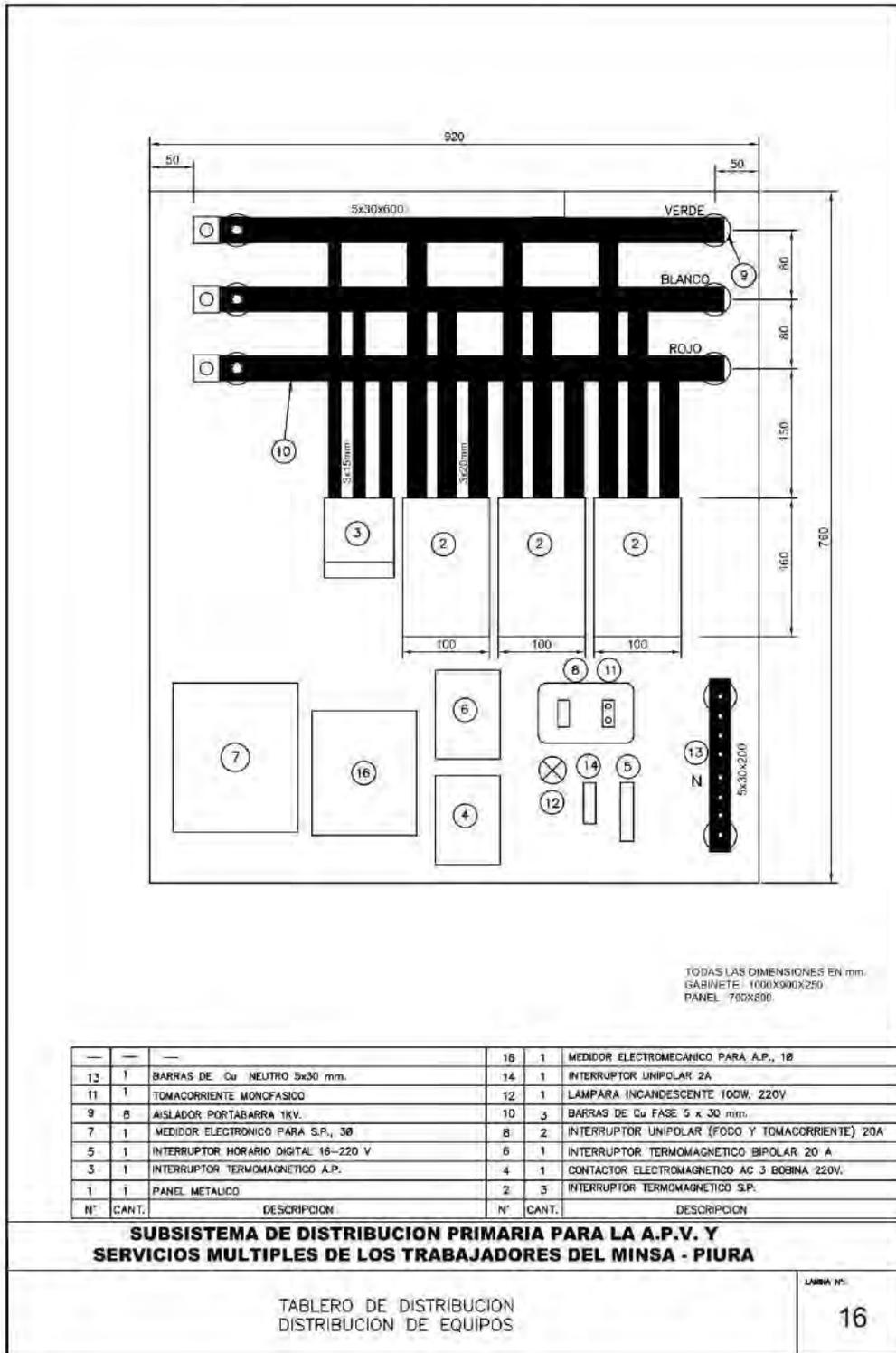
Figura G14. Tablero de distribución



SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA PARA LA A.P.V. Y SERVICIOS MULTIPLES DE LOS TRABAJADORES DEL MINSA - PIURA

TABLERO DE DISTRIBUCION ESQUEMA DESARROLLADO

Figura G15. Tablero de distribución: esquema desarrollado



TRANSFORMADOR TRIFASICO (KVA)	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO(A)		CONTACTOR ELECTROMAGNETICO (A)	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE	
	S.P.	A.P.		380/220V	220V
50	40	25	16	--	100/5
75	50	25	25	--	150/5
100	80	25	25	--	200/5

Figura G16. Tablero de distribución: distribución de equipos



Figura G17. Señalización de riesgo eléctrico y sub estación de distribución

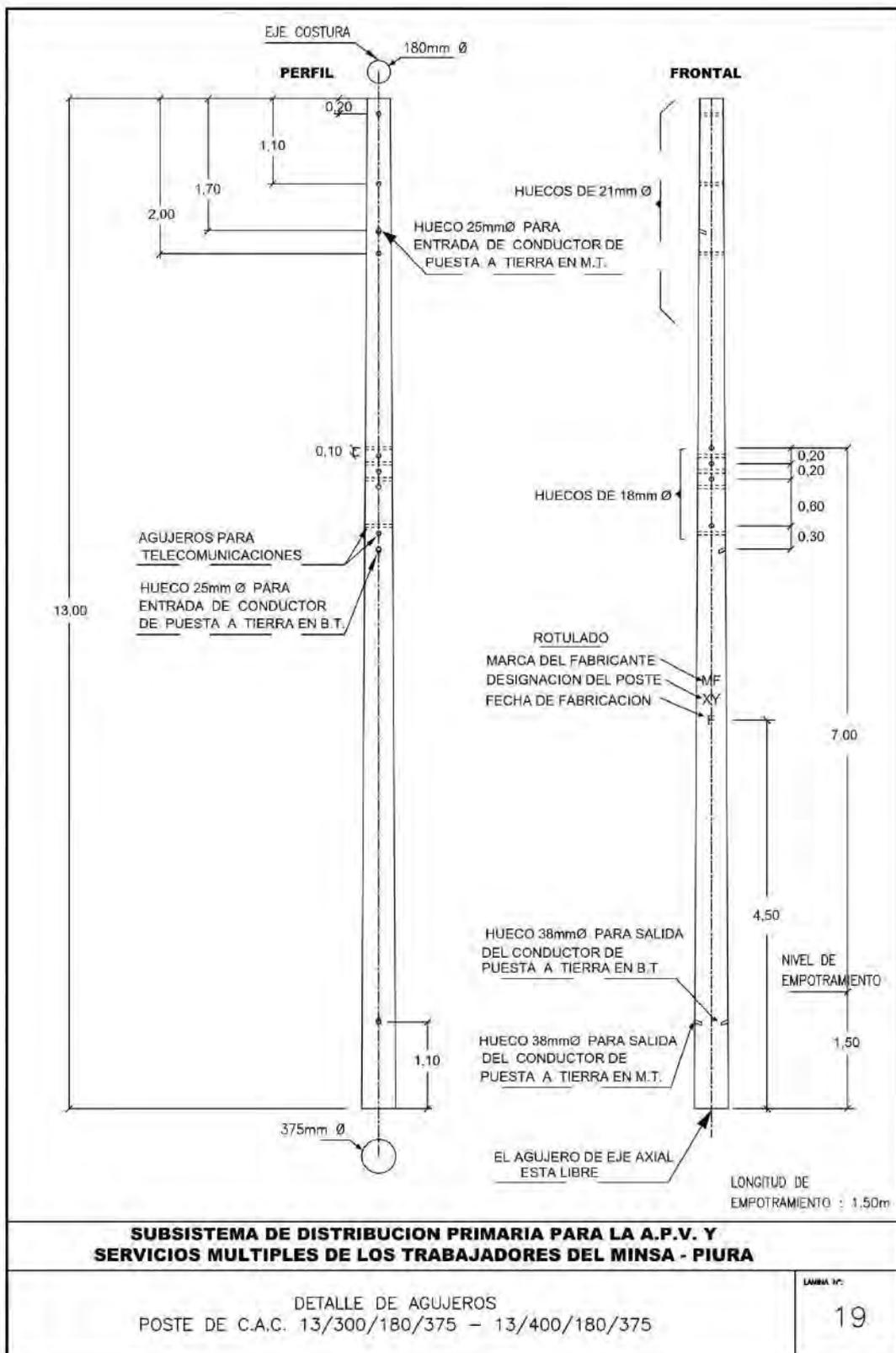


Figura G19. Detalle de agujeros: poste 13/300/180/375 y Poste 13/400/180/375

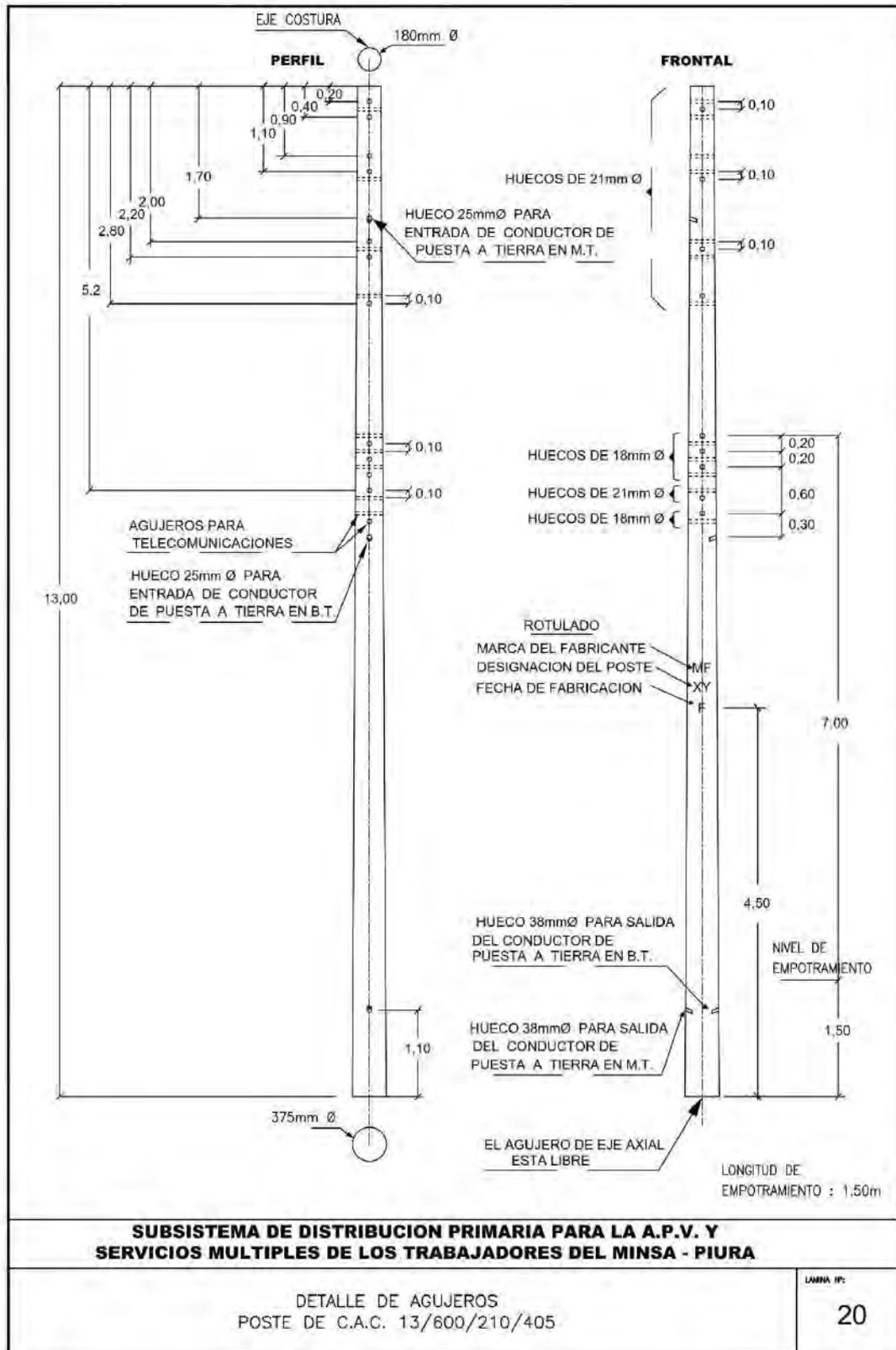


Figura G20. Detalle de agujeros: poste 13/600/210/405

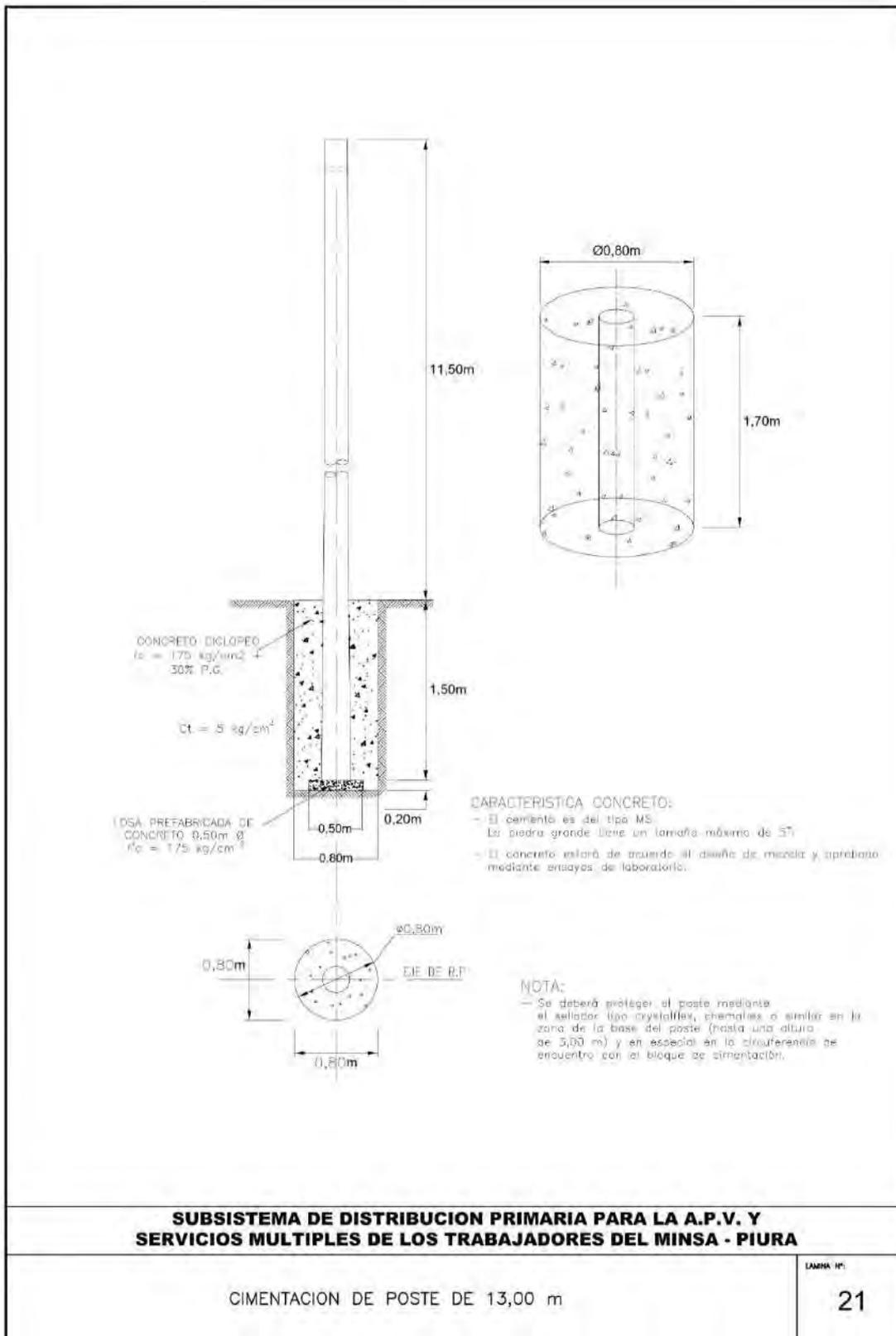


Figura G21. Cimentación de Poste de 13 M

Anexo H. Figuras de red secundaria

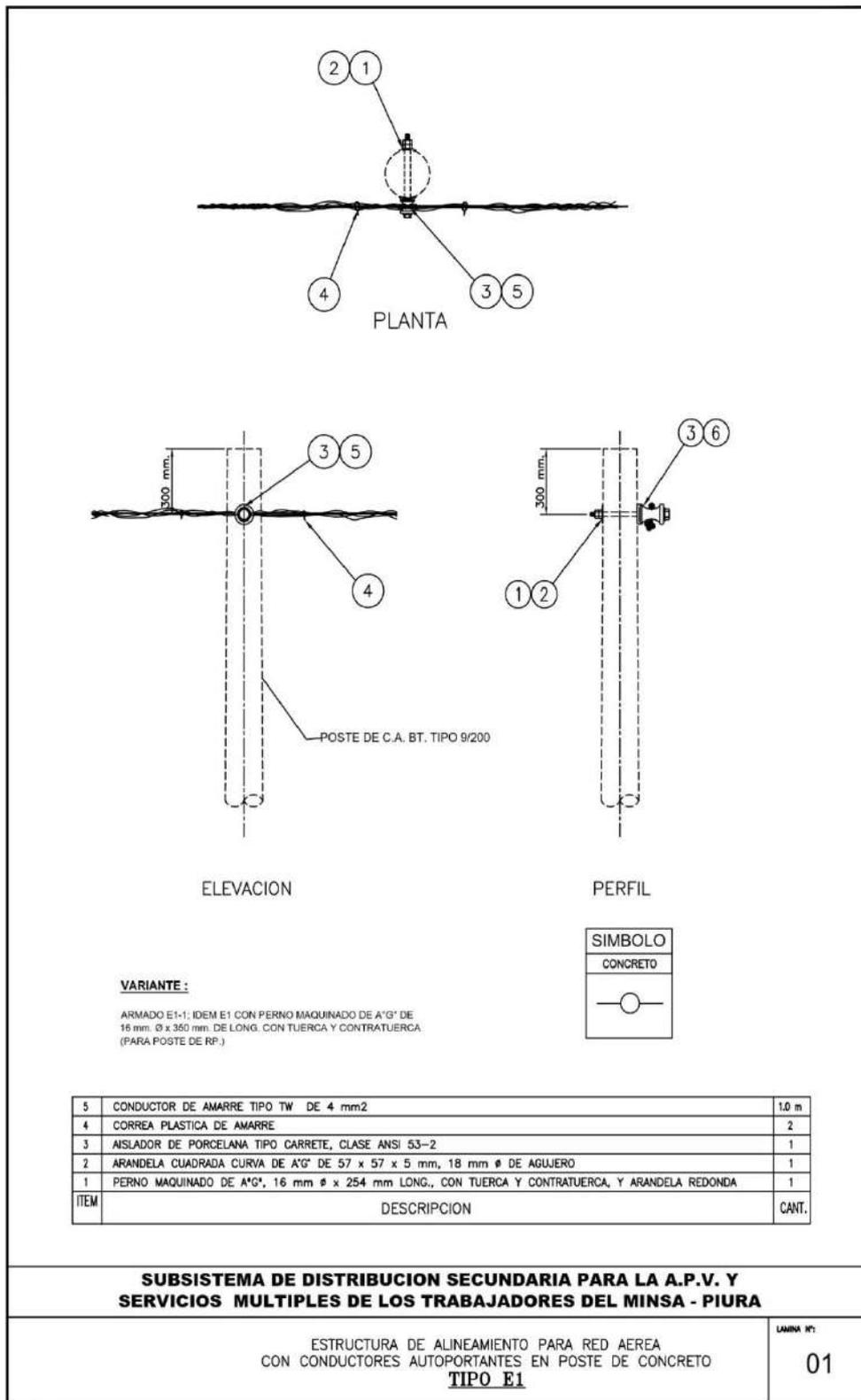


Figura H1. Estructura de alineamiento Tipo E-1

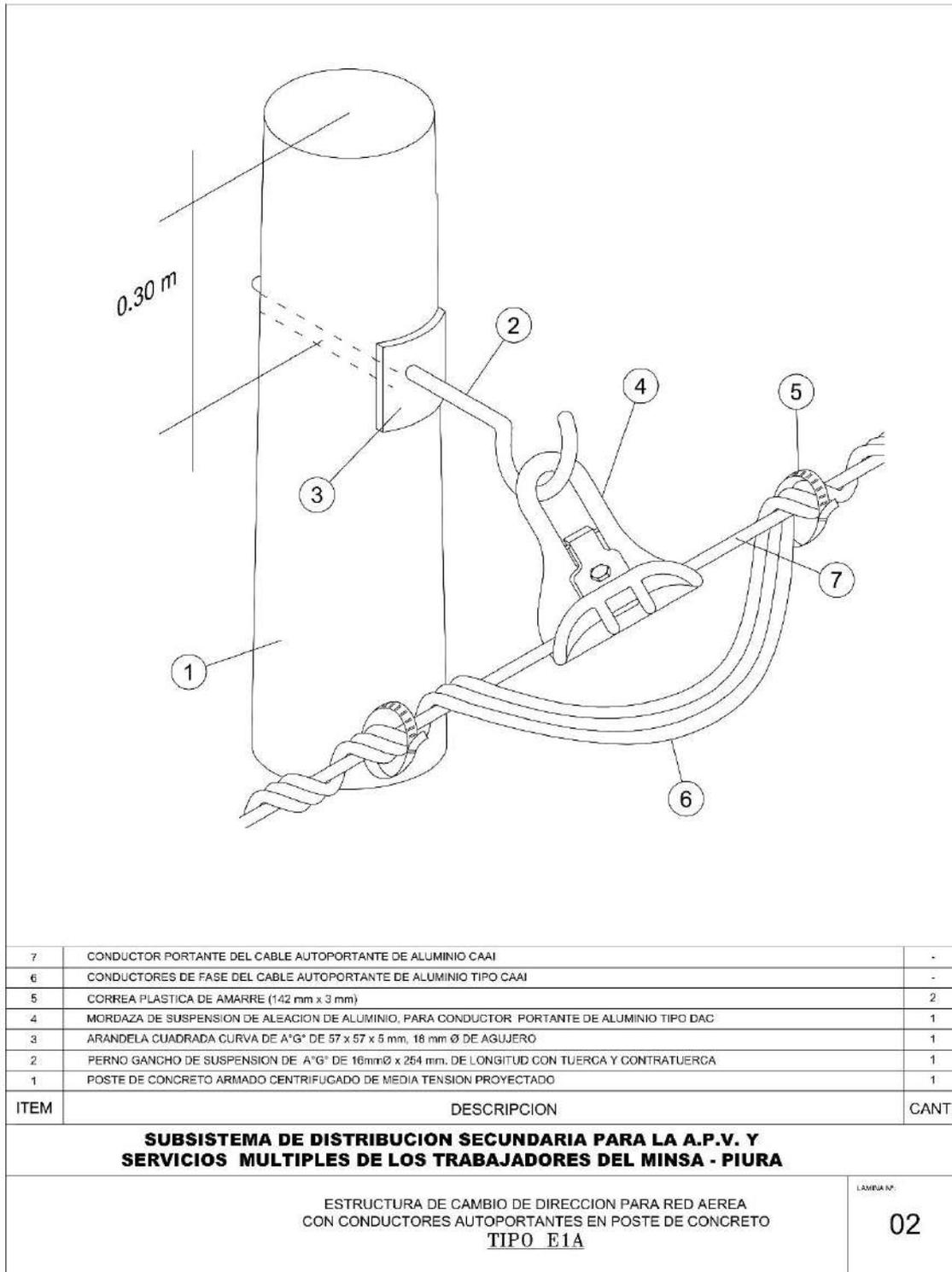


Figura H2. Estructura de cambio de dirección tipo E-1A

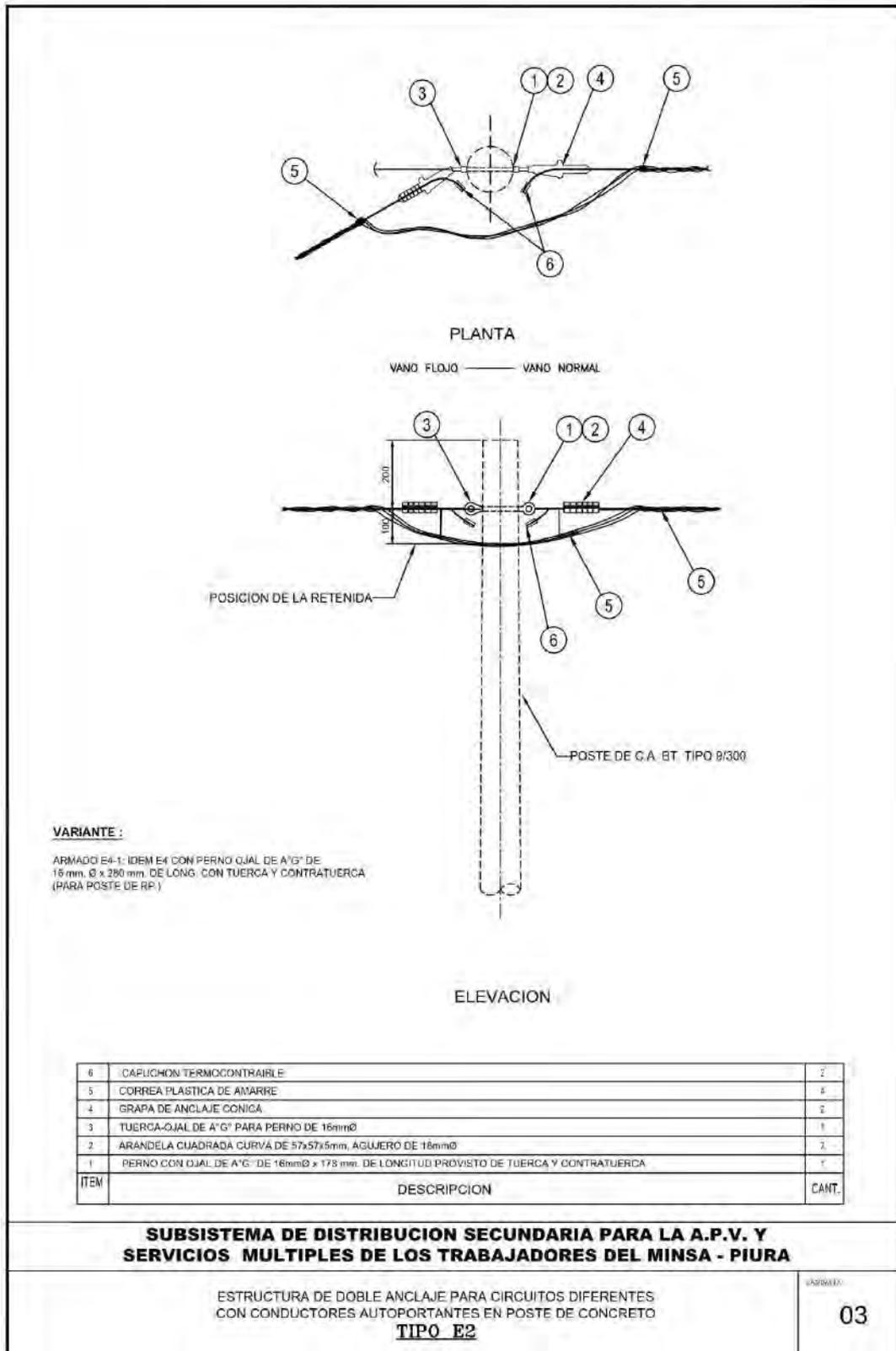
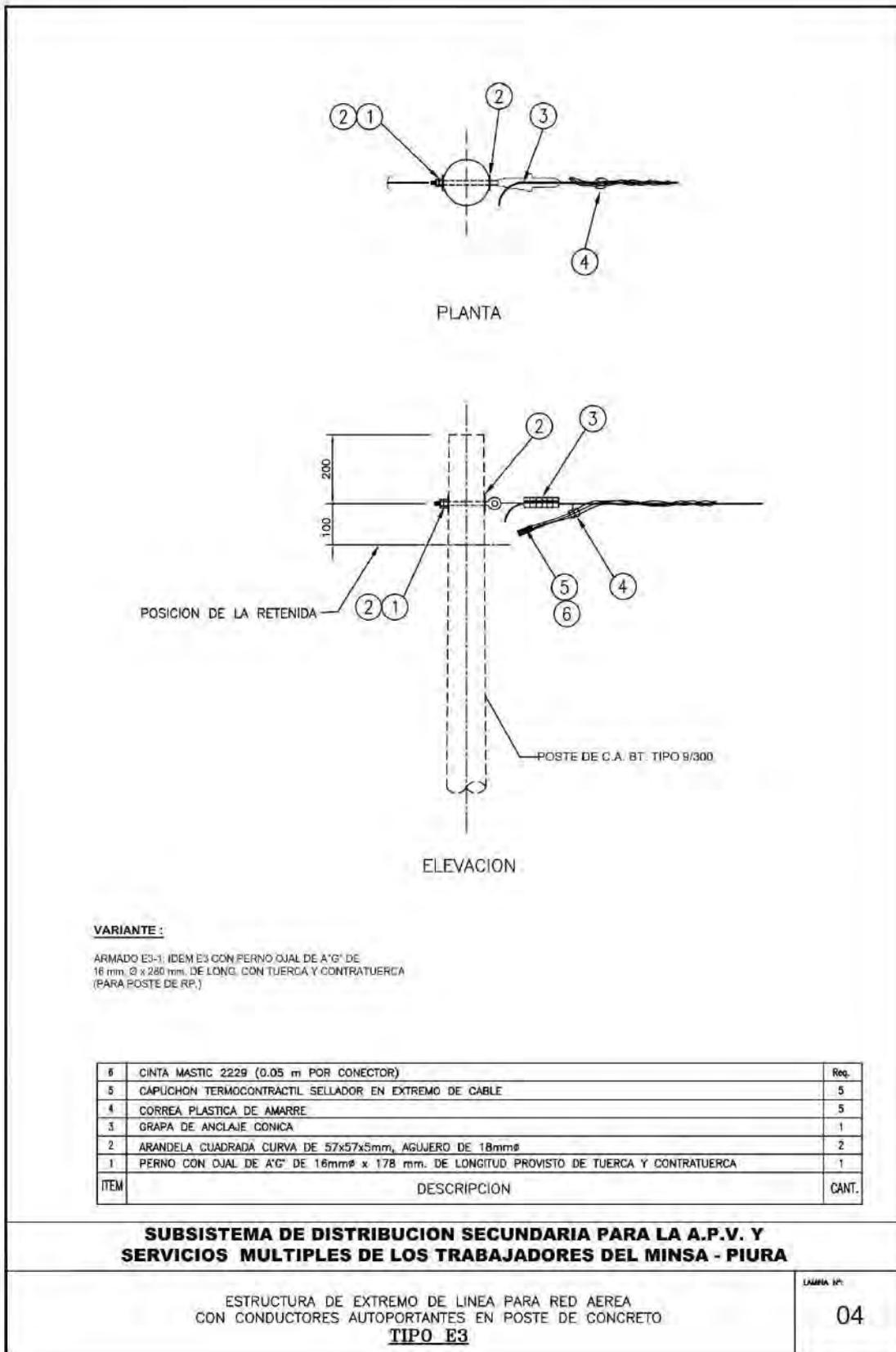


Figura H3. Estructura de doble anclaje tipo E-2



FiguraH4. Estructura de extremo de línea tipo E-3

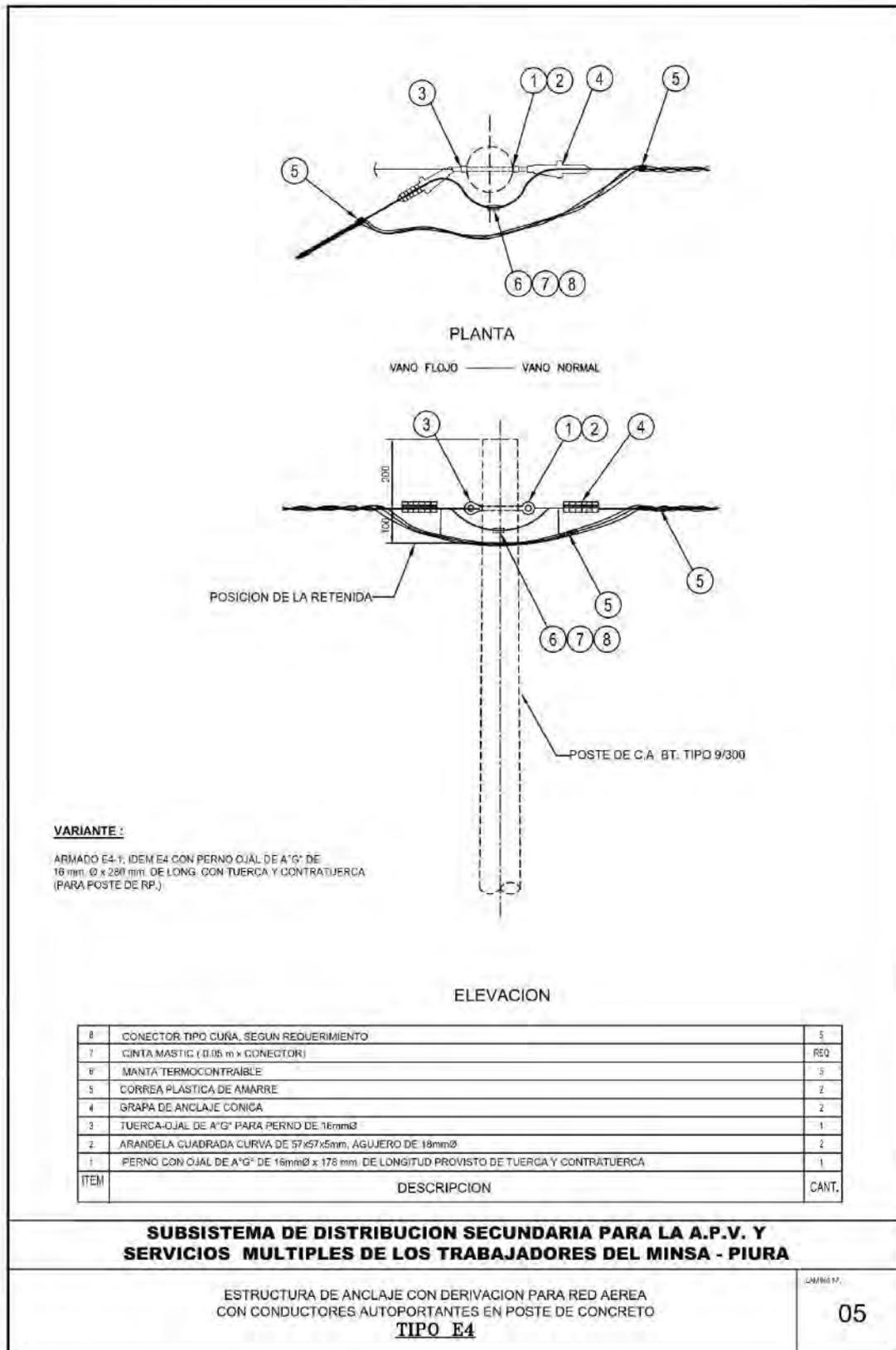


Figura H5. Estructura de anclaje con derivación tipo E-4

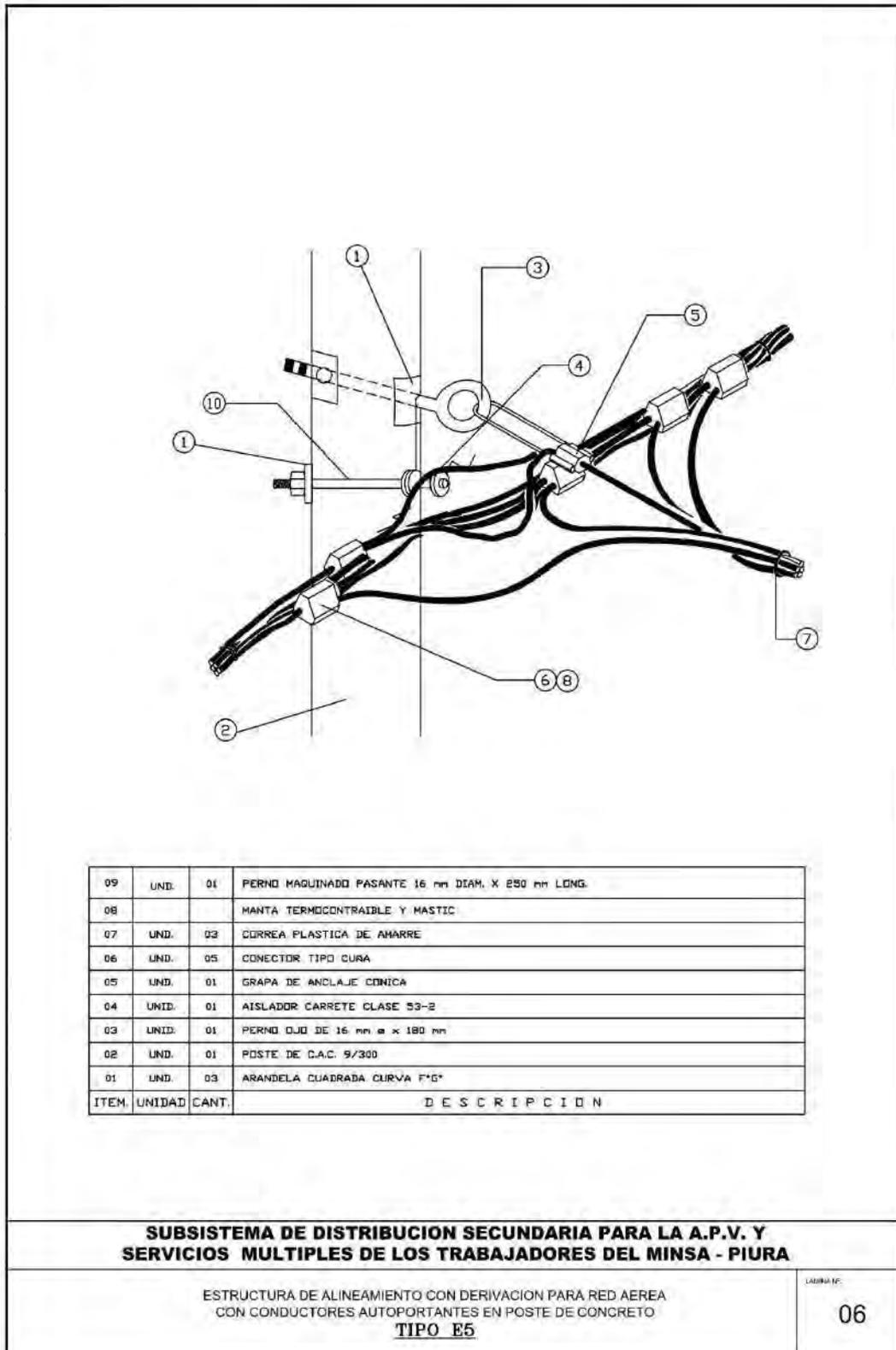


Figura H6. Estructura de alineamiento con derivación tipo E-5

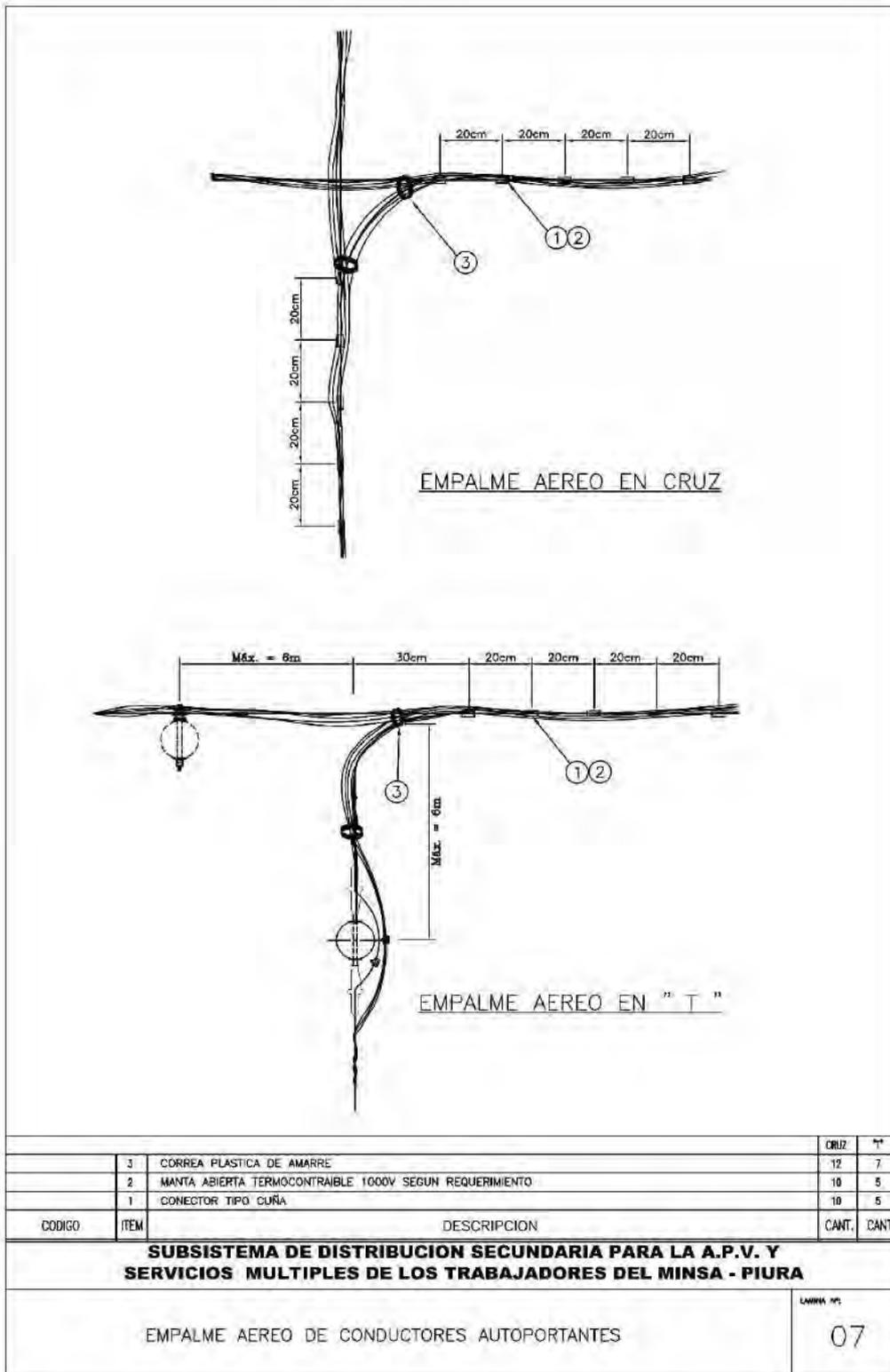


Figura H7. Empalme aéreo de conductores auto portantes

CONECTOR TIPO CUÑA

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS:

- REFERENCIA: DINC-E1-018
- CONFORMACION: LOS CONECTORES AMPACT SON FORMADOS POR UN COMPONENTE 'O' Y UN COMPONENTE 'CUÑA' AMBOS HECHOS DE ALEACION DE ALUMINIO.
- INSTALACION: CON HERRAMIENTA ESPECIAL AMPACT, QUE ES ACCIONADO CON UN IMPULSOR AZUL.

APLICACION:

ELEMENTO UTILIZADO EN LAS LINEAS DE M.T. Y B.T. PARA CONECTAR CONDUCTORES DE ALUMINIO EN DERIVACION DE CONDUCTORES PRINCIPALES DE ALUMINIO, CONFORME A LOS RANGOS ESPECIFICADOS EN LA TABLA INFERIOR.

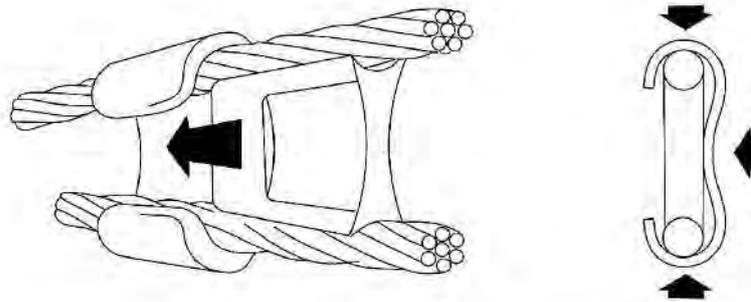


TABLA DE SELECCIÓN DE CONECTORES TIPO CUÑA

mm ² /mm ²		Conductor Principal mm ²					
		10	16	25	35	50	70
Conductor Derivado mm ²	1,5-2,5 Alumb. Fib.	V 881789-1	IV 881787-1	III 881785-1	G 688609-1	H 688610-1	K 688612-1
	4	V 881789-1	IV 881787-1	III 881785-1	A 688652-1	A 688652-1	J 688611-1
		IV 881787-1	III 881785-1	III 881785-1	A 688652-1	A 688652-1	J 688611-1
	6	IV 881787-1	III 881785-1	III 881785-1	A 688652-1	A 688652-1	J 688611-1
		IV 881787-1	III 881785-1	II 881783-1	A 688652-1	B 688653-1	C 688654-1
	10	IV 881787-1	III 881785-1	II 881783-1	A 688652-1	B 688653-1	C 688654-1
			II 881783-1	I 881781-1	I 881781-1	V II 444033-1	D 688655-1
	16		II 881783-1	I 881781-1	I 881781-1	V II 444033-1	V II 444033-1
				I 881781-1	I 881781-1	V II 444033-1	V II 444033-1
	25			I 881781-1	I 881781-1	V II 444033-1	V II 444033-1
					V II 444033-1	V II 444033-1	V I 444031-1
	35				V II 444033-1	V II 444033-1	V I 444031-1
					V I 444031-1	V I 444031-1	
50					V I 444031-1	V I 444031-1	
						V III 444385-1	
70						V III 444385-1	

SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIA PARA LA A.P.V. Y SERVICIOS MULTIPLES DE LOS TRABAJADORES DEL MINSA - PIURA

CONECTORES CUÑA
TIPO AMPACT

LAMINA N°:

08

Figura H8. Conectores “Cuña” tipo Ampact

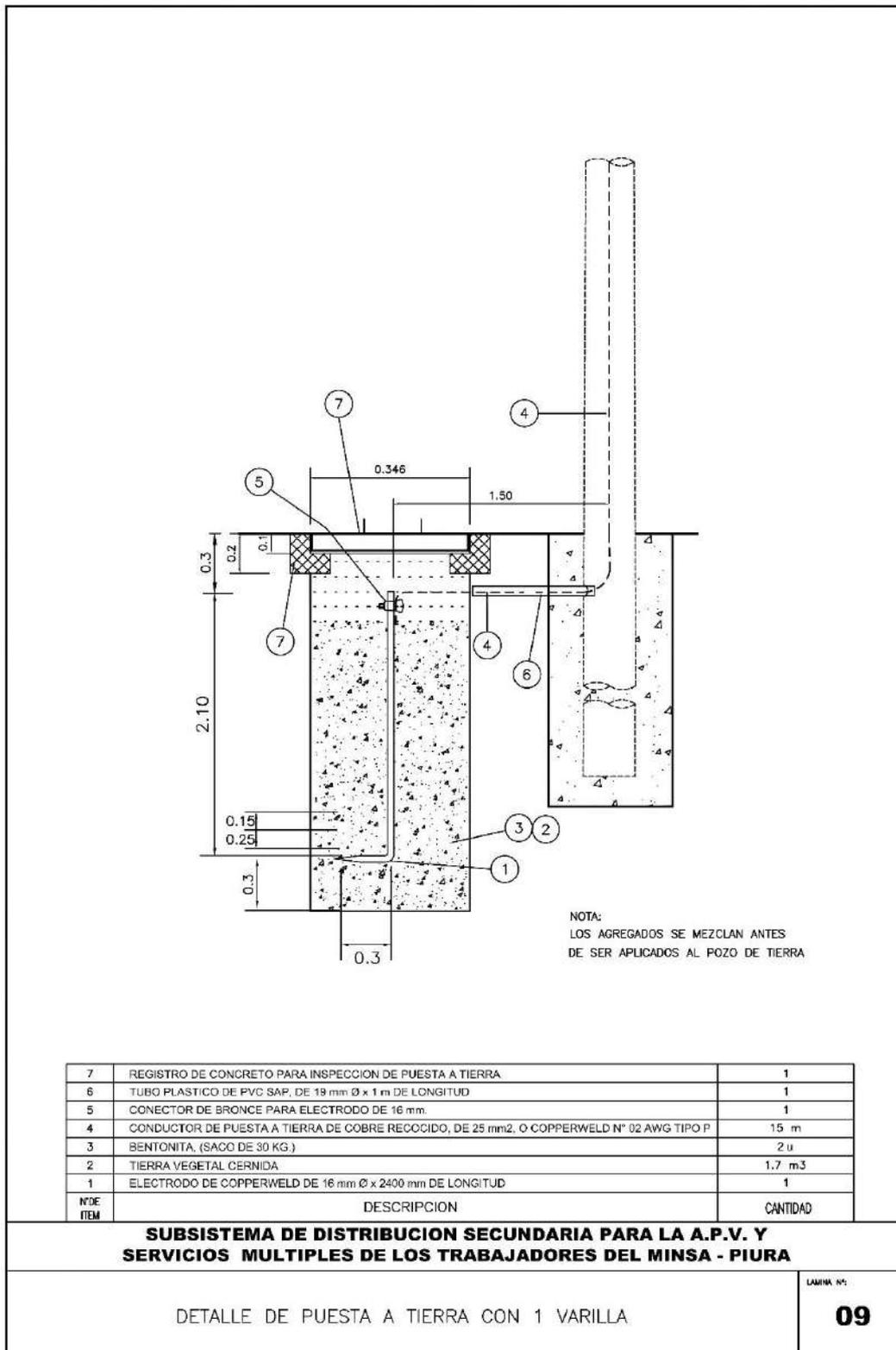


Figura H9. Detalle de puesta a tierra con una varilla

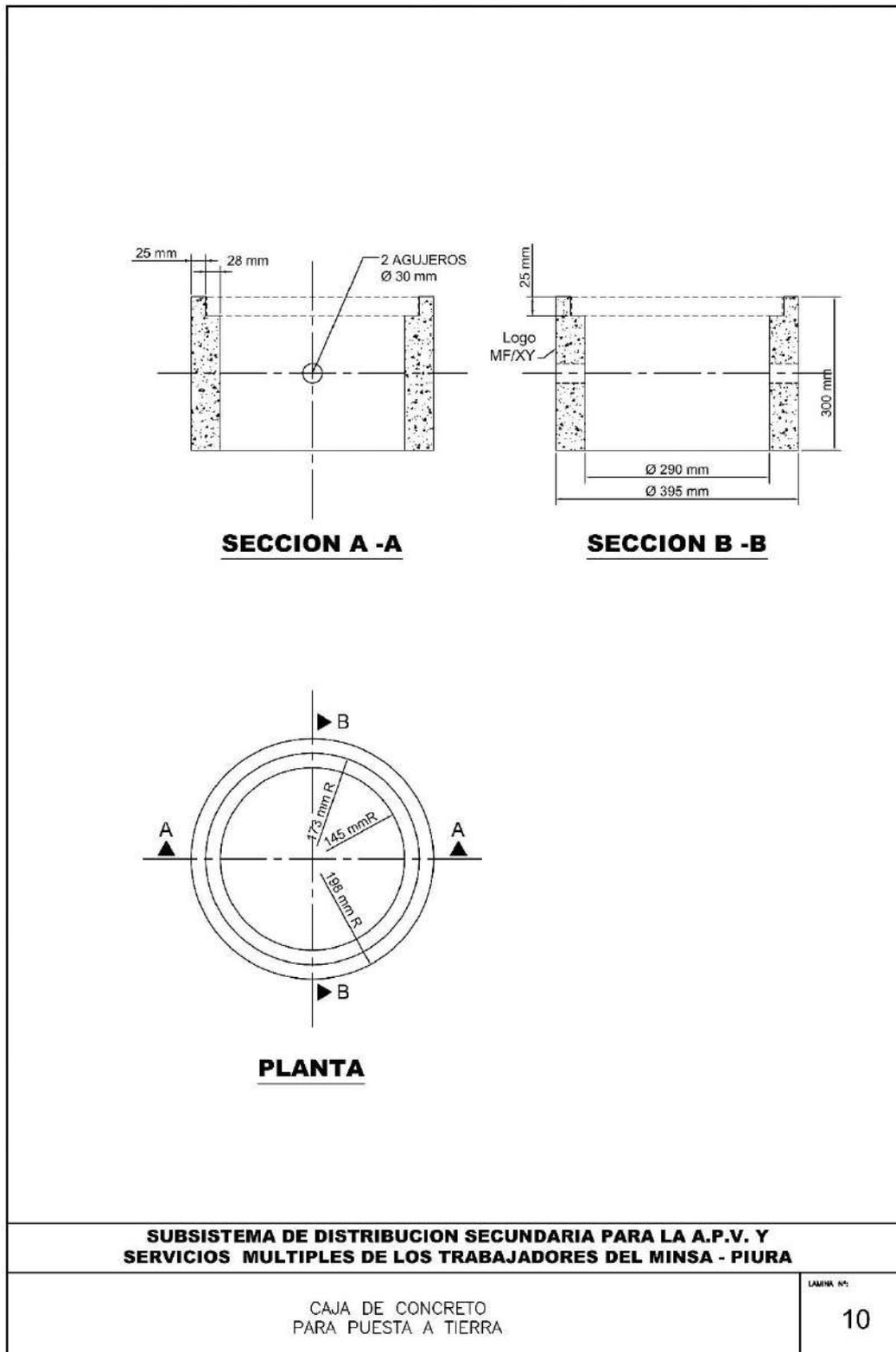


Figura H10. Caja de concreto para puesta a tierra

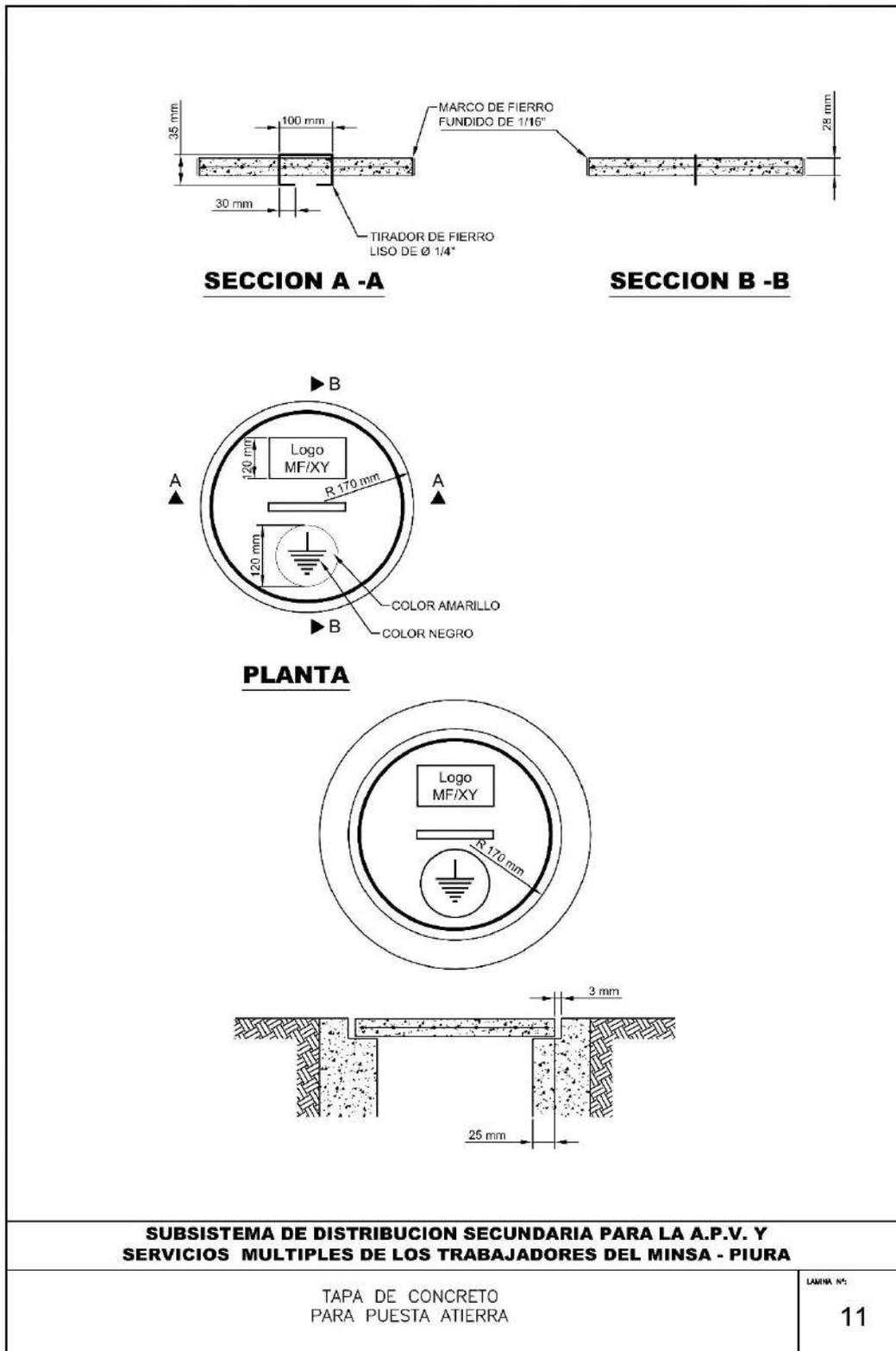


Figura H11. Tapa de concreto para puesta a tierra

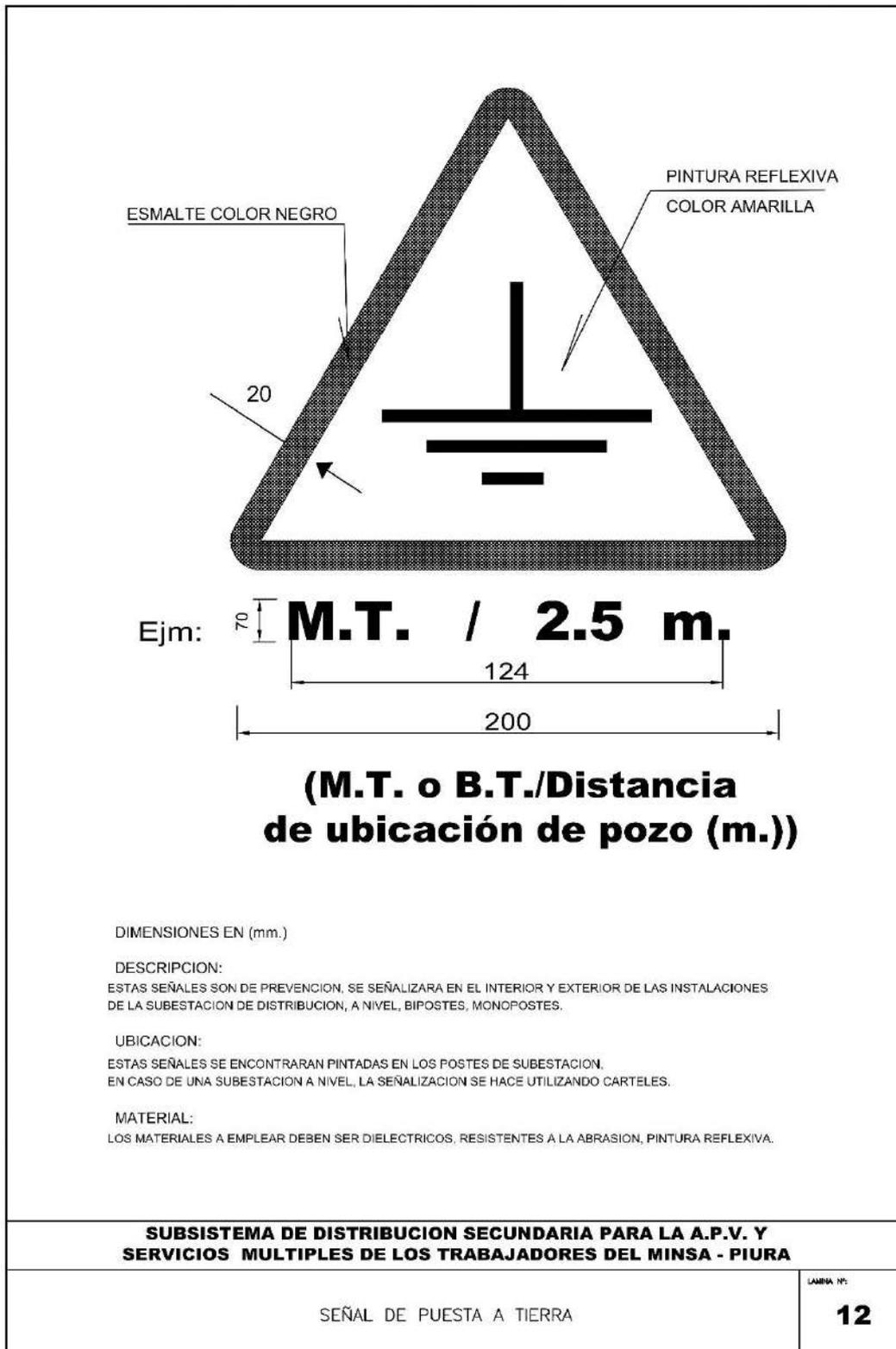
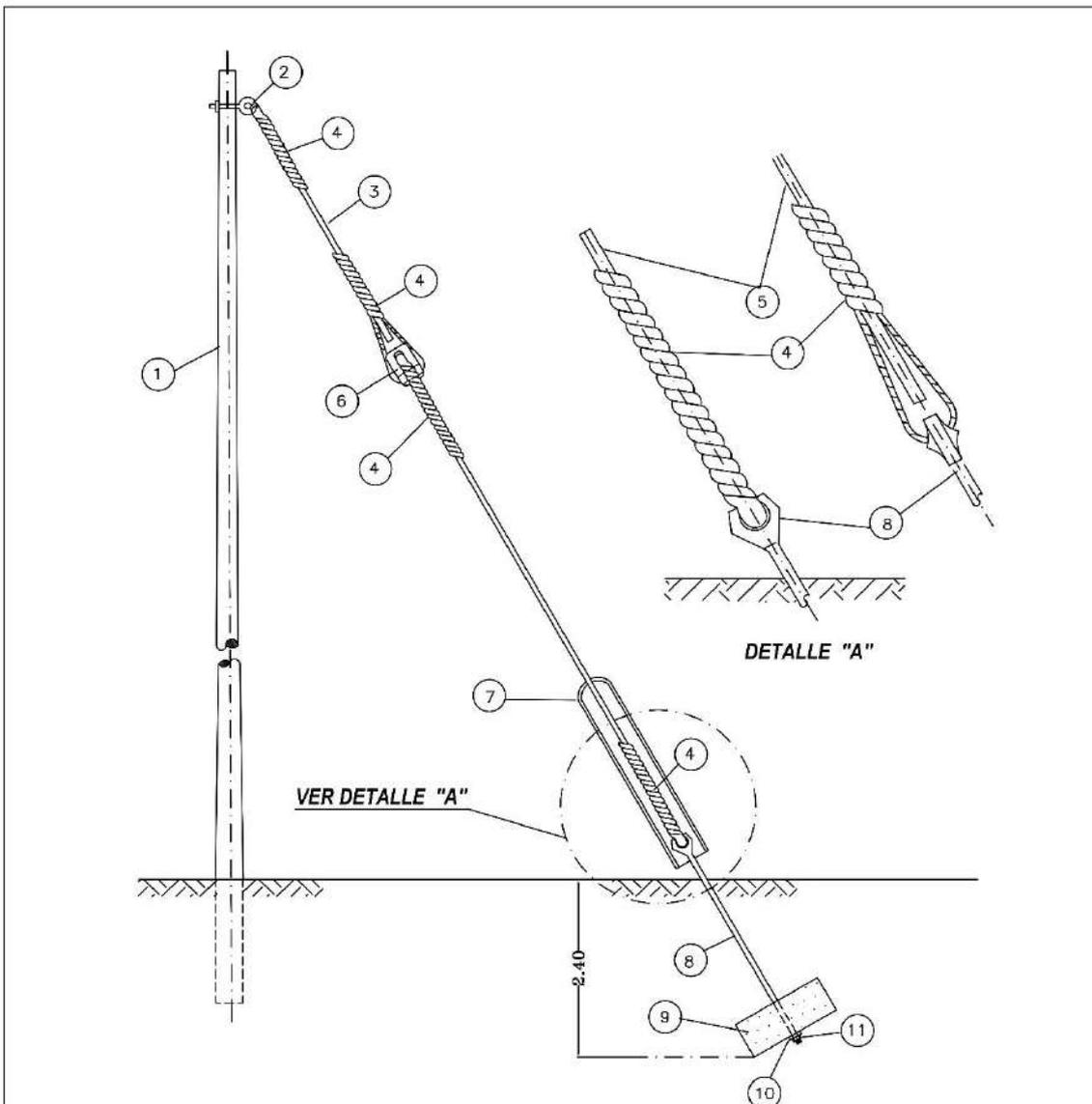


Figura H12. Señal de puesta a tierra



N°	CANT.	DESCRIPCION
1	1	POSTE C.A.C. 9/300/120/255
2	1	PERNO OJO ANGULAR FE. GALV. 16 mm DIAM. x178 mm
3	1	GUARDACABO F.G. CABLE 10 mm DIAM
4	4	AMARRE PREFORMADO PARA RETENIDA 10 mmØ
5	9	CABLE A° G° 10 mmØ, 07 HILOS
6	1	AISLADOR DE PORCELANA TIPO TRACCION, CLASE 64-1
7	1	GUARDACABLE F°G° DE 2 mm x 2.40 m
8	1	VARILLA ANCLAJE F°G° 16 mmØ x 1.8 m
9	1	BLOQUE DE CONCRETO 0.40x0.40x0.20 m
10	1	ARANDELA CUADRADA PLANA F°G° 100x100x8 mm
11	2	CONTRATUERCA ROSCADO 16 mmØ

SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIA PARA LA A.P.V. Y SERVICIOS MÚLTIPLES DE LOS TRABAJADORES DEL MINSA - PIURA

RETENIDA INCLINADA TIPO SIMPLE

LAMINA:

13

Figura H13. Retenida inclinada tipo simple

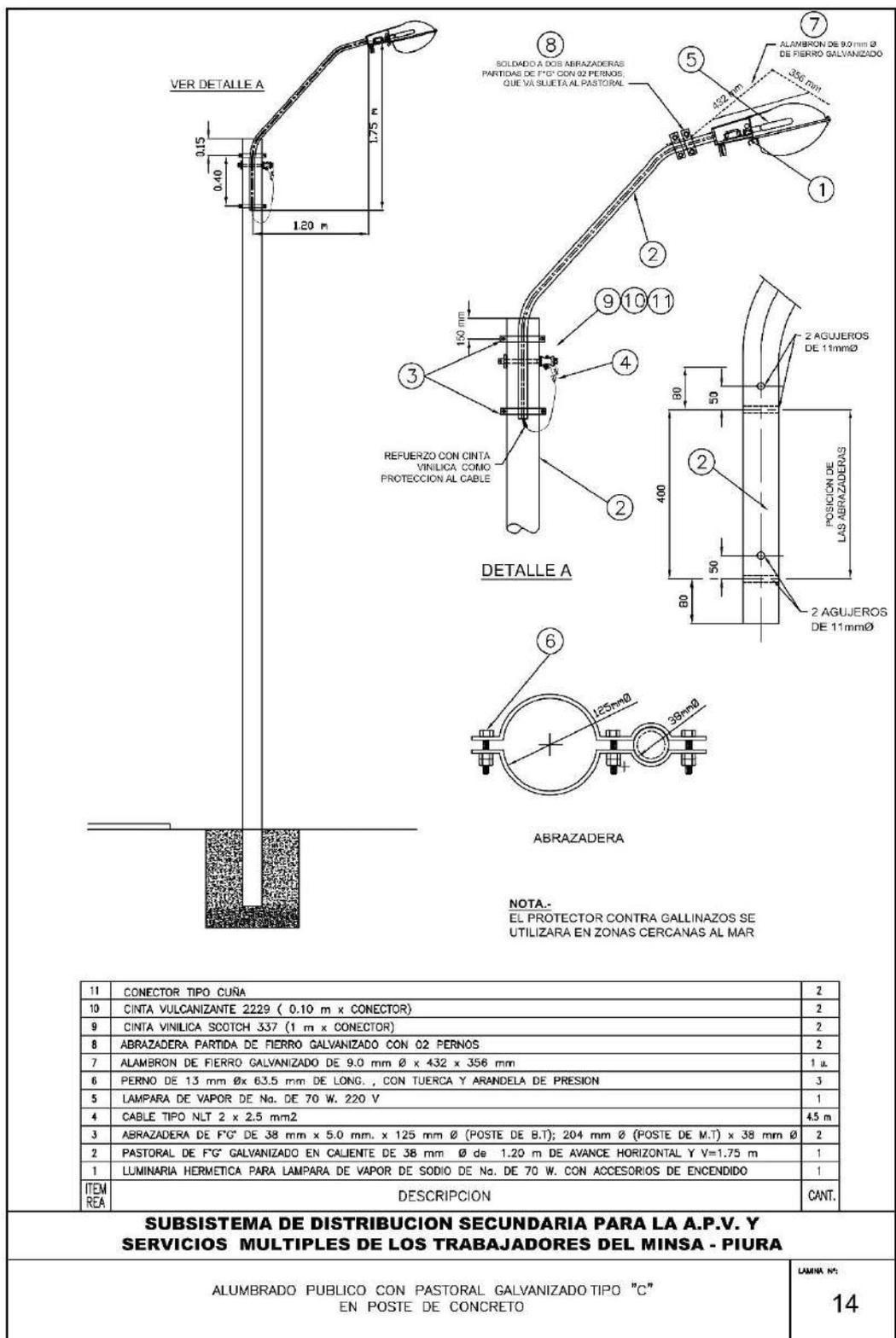


Figura H14. Alumbrado público con pastoral galvanizado tipo “C”

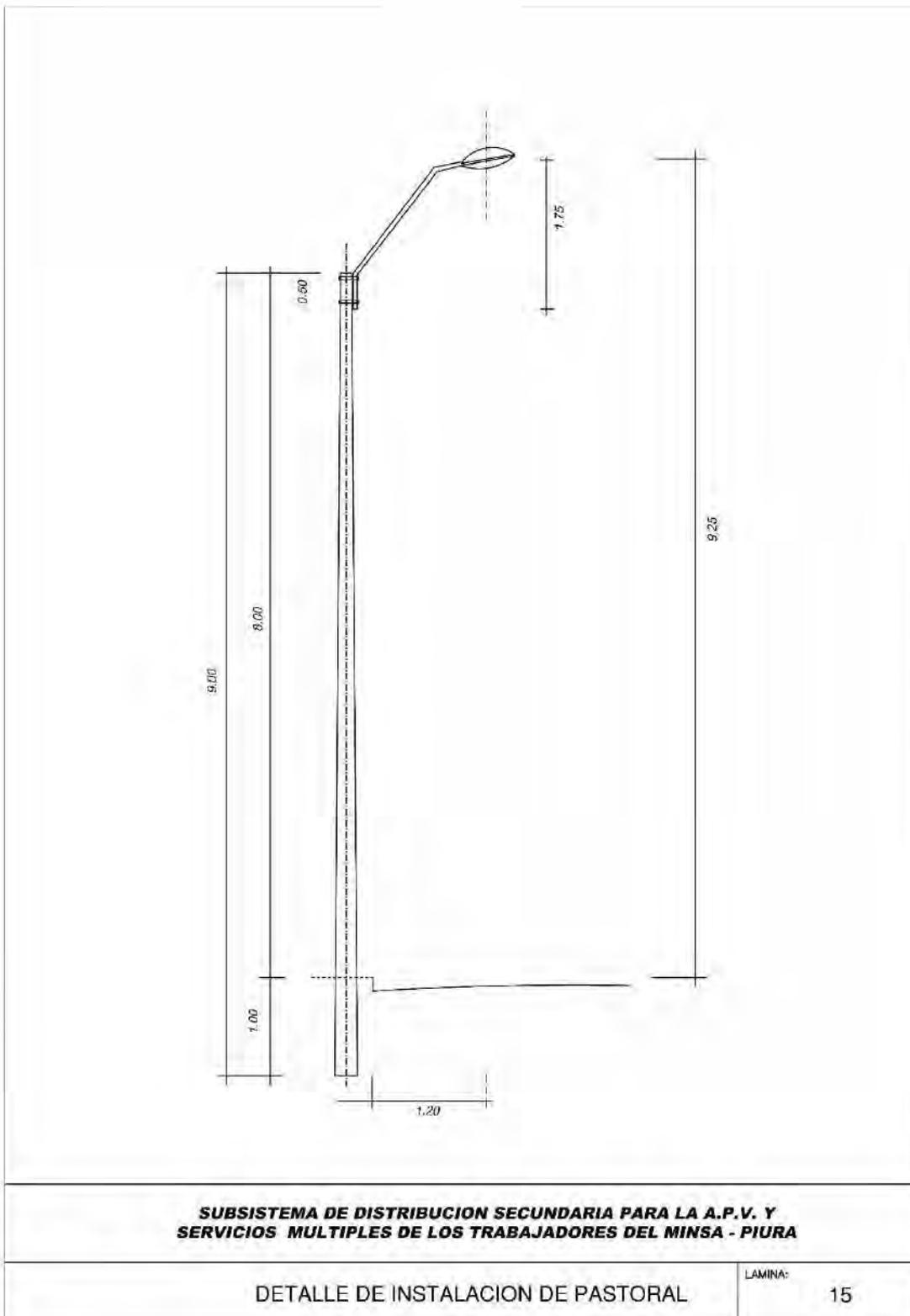


Figura H15. Detalle de instalación de pastoral

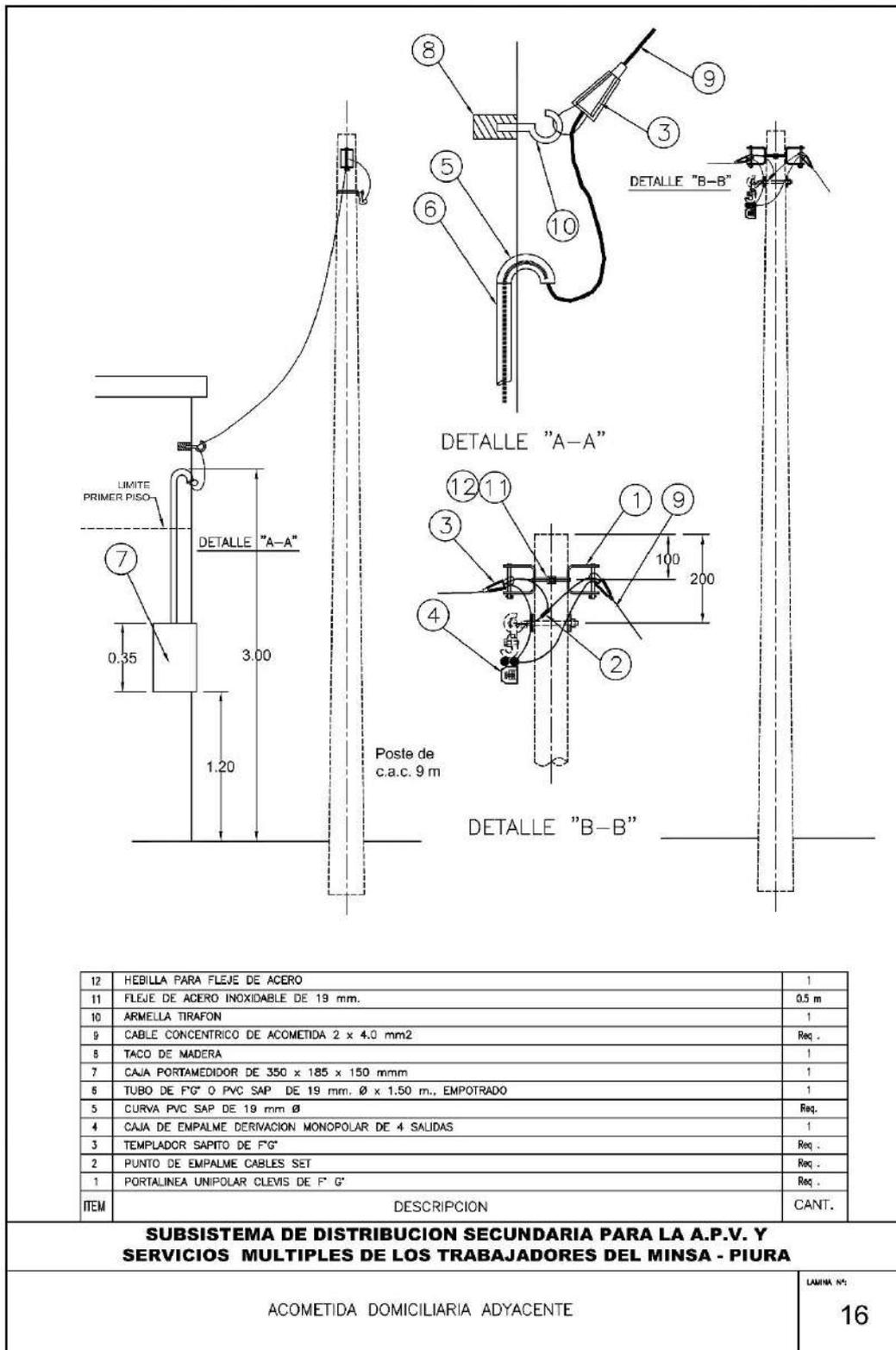


Figura H16. Acometida domiciliaria adyacente

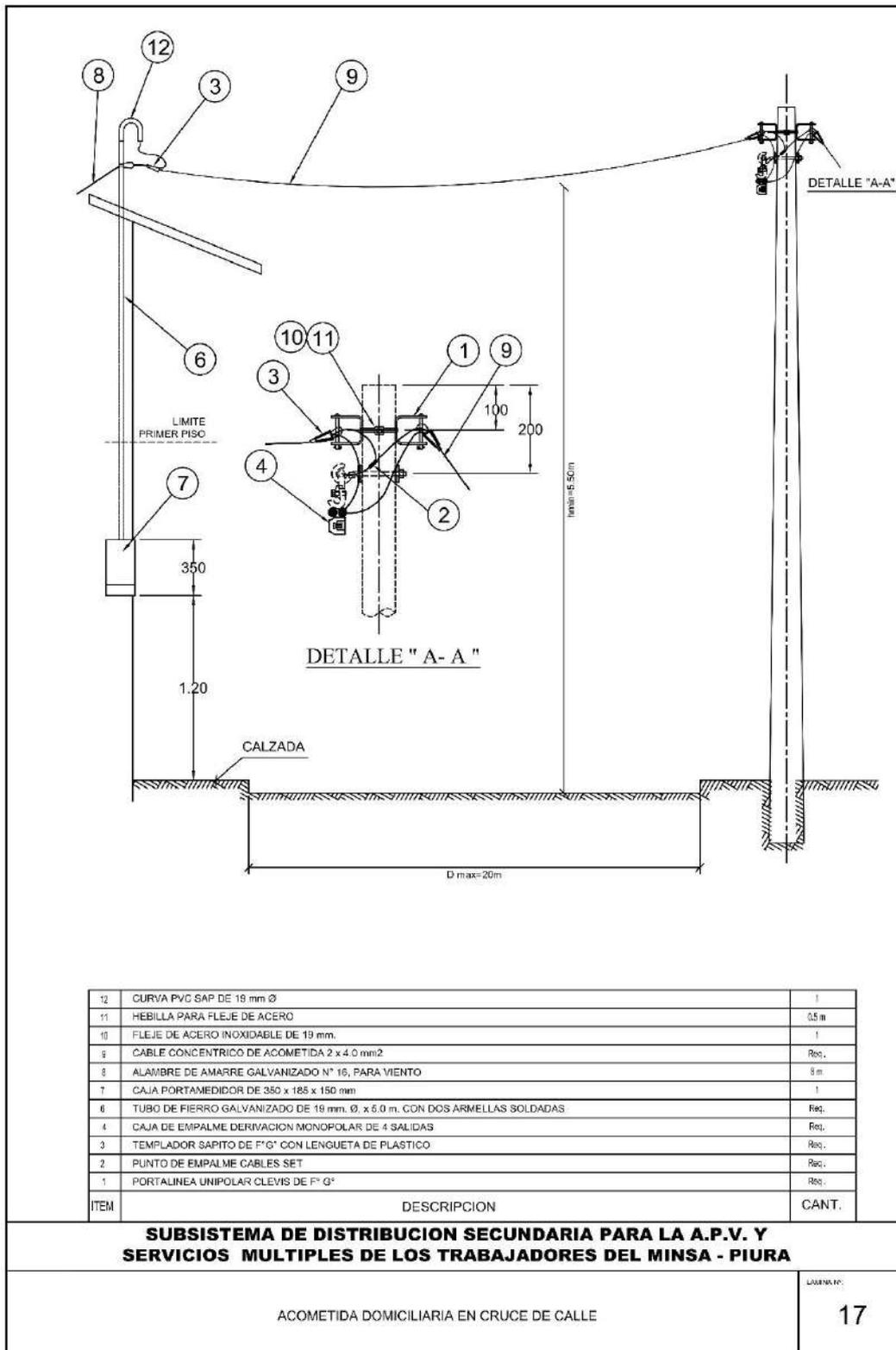


Figura H17. Acometida domiciliaria en cruce de calle

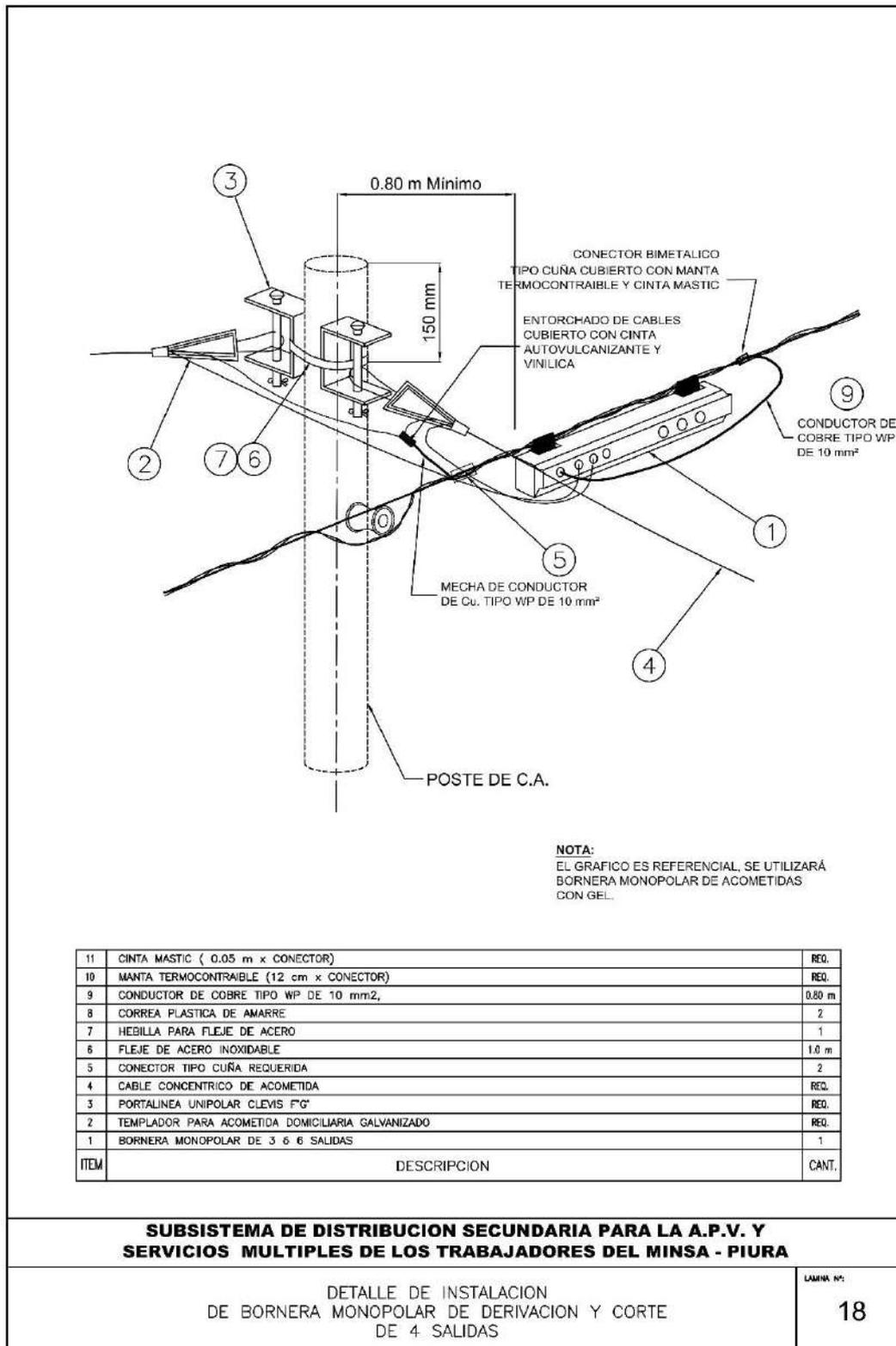


Figura H18. Detalle de instalación de bornera monopolar de derivación y ocre de 4 salidas

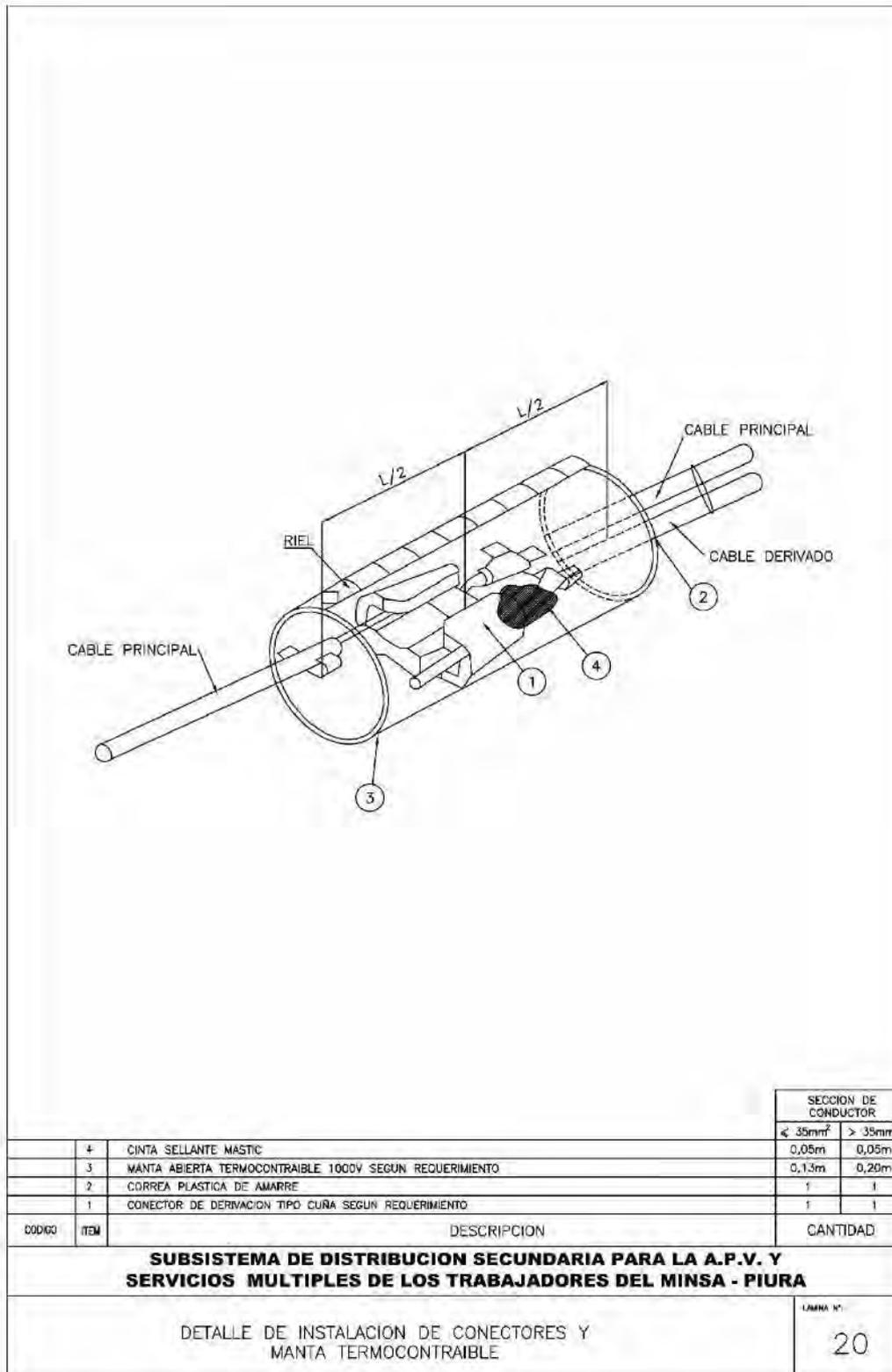


Figura H20. Detalle de instalación de conectores y manta termo contraíble

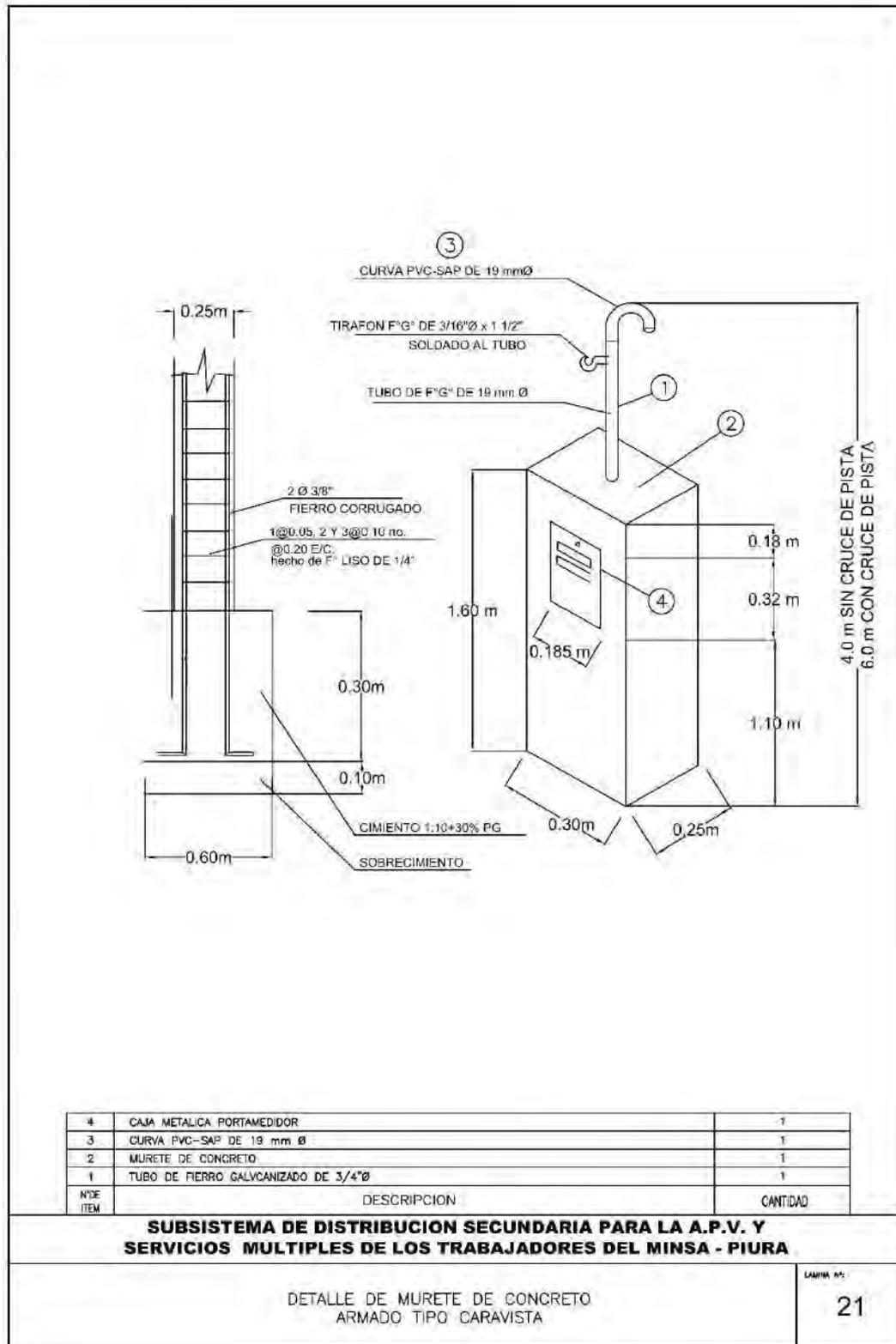


Figura H21. Detalle de murete de concreto armado tipo cara vista

Planos



Plano D. DC-01: diagramas de carga

