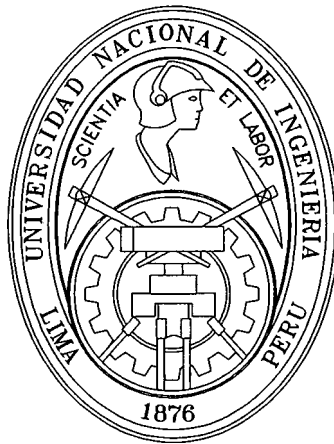


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**INGENIERÍA DE DETALLE DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN
138 kV TRUJILLO NORTE – TRUJILLO NOROESTE**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

JHONNY LUCIO PALLAROZO DIAZ

PROMOCIÓN:

2003-I

LIMA – PERÚ

2010

**INGENIERÍA DE DETALLE DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN
138 kV TRUJILLO NORTE – TRUJILLO NOROESTE**

SUMARIO

El presente informe consiste en la elaboración de la Ingeniería de detalle de una nueva Línea de Transmisión en 138 kV el cual unirá la actual SET Trujillo Norte con la nueva SET Trujillo Noroeste, con lo cual Hidrandina atenderá la creciente demanda de energía eléctrica en la zona norte de Trujillo.

Los cálculos justificativos han sido desarrollados en base a las normas vigentes nacionales e internacionales (acondicionadas a nuestro medio) y está estructurado secuencialmente de acuerdo al desarrollo de un proyecto de Línea de Transmisión.

Con el desarrollo informático actual se ha visto posible la utilización de software (Diseño de Líneas de transmisión-DLTCAD) para realizar la distribución de estructuras y además se ha podido observar el comportamiento del conductor en las distintas condiciones de diseño.

Se ha realizado el metrado del suministro de materiales, montaje electromecánico y de las obras civiles. Los materiales a ser empleados se presentan en las láminas de armados y detalles.

Entre los elementos principales que conforman el proyecto se tiene a los postes metálicos de 21 y 24 metros, postes de madera de 21 metros, conductor principal de aleación de aluminio de 240 mm², conductor de comunicaciones tipo ADSS, Aislador polimérico tipo Line Poste y Aislador polimérico de suspensión.

INDICE

PROLOGO	1
CAPITULO I	
MEMORIA DESCRIPTIVA	
1.1 Antecedentes	2
1.2 Alcances	2
1.3 Generalidades	2
1.3.1 Ubicación del proyecto	2
1.3.2 Condiciones ambientales	3
1.3.3 Vías de acceso	3
1.3.4 Datos generales de la línea de transmisión	3
1.4 Descripción de los trabajos a ejecutarse	4
1.4.1 Evaluación de las posibles rutas	4
1.4.2 Replanteo topográfico	5
1.4.3 Selección del conductor de fase y el cable de comunicaciones	6
1.4.4 Selección del aislamiento	6
1.4.5 Cálculos mecánicos	6
1.4.6 Distancias de seguridad	6
1.4.7 Tipos de estructuras de la línea de transmisión	6
1.4.8 Diseño del sistema de puesta a tierra	6
1.4.9 Obras civiles	7
1.5 Relación de documentos	7
CAPITULO II	
CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	
2.1 Objetivo	8
2.2 Cálculos eléctricos	8
2.2.1 Selección del conductor principal	8
2.2.2 Selección del cable de comunicaciones	14
2.2.3 Selección del aislamiento	15
2.3 Cálculos mecánicos	19
2.3.1 Grado de construcción y zona de carga	19
2.3.2 Cargas de viento	19

2.3.3	Condiciones de carga en el conductor	20
2.3.4	Hipótesis de estado	20
2.3.5	Ecuación de cambio de estado	22
2.3.6	Cálculo mecánico de conductores	25
2.3.7	Cálculos mecánicos de estructuras	26
2.4	Configuración geométrica de las estructuras	30
2.5	Distancias de seguridad	30
2.5.1	Distancia vertical del conductor principal (AAAC-240) al terreno	30
2.5.2	Distancia vertical del cable de comunicaciones tipo ADSS al terreno	31
2.5.3	Distancia horizontal entre conductores tendidos en diferentes estructuras de soporte	31
2.5.4	Distancia vertical entre conductores que se cruzan tendidos en diferentes estructuras de soporte	32
2.5.5	Distancia de seguridad del conductor al soporte	32
2.5.6	Distancia vertical y horizontal del conductor a edificaciones	33
2.5.7	Distancia horizontal y vertical entre conductores a mitad de vano	34
2.5.8	Uso de Software para la Distribución de Estructuras	36
2.6	Uso de amortiguadores	36
2.6.1	Vibración eólica	36
2.6.2	Amortiguador Helicoidal	36
2.7	Puesta a tierra	37
2.7.1	Medidas para determinar la resistividad del suelo	37
2.7.2	Procesamiento de la resistividad aparente	42
2.7.3	Diseño de puesta a tierra	43
2.7.4	Modelos matemáticos para el cálculo de la resistencia de puesta a tierra	44

CAPITULO III

METRADOS

3.1	Suministro de materiales	50
3.2	Montaje electromecánico	50
3.3	Obras civiles	50

CAPITULO IV

LÁMINAS Y PLANOS

4.1	Láminas y planos	55
4.1.1	Láminas de armados	55
4.1.2	Láminas de detalles y accesorios	55
4.1.3	Planos de perfil de la línea de transmisión	55

4.1.4 Planos general de la línea de transmisión	55
CONCLUSIONES	58
ANEXOS	
ANEXO A: Cálculo mecánico del conductor AAAC-240 mm ²	
ANEXO B: Cálculo del Creep del conductor AAAC-240 mm ²	
ANEXO C: Diagrama de cargas	
ANEXO D: Cálculo mecánico de estructuras	
ANEXO E: Planilla de estructuras	
ANEXO F: Tabla de flechado del conductor AAAC-240 mm ²	
ANEXO G: Lámina de armados	
ANEXO H: Lámina de detalle	
ANEXO I: Planos de perfil	
ANEXO J: Vista de planta	
BIBLIOGRAFÍA	127

PROLOGO

El siguiente informe tiene como propósito verificar los diseños y cálculos justificativos realizados en la ingeniería definitiva de la nueva Línea de Transmisión 138 kV que unirá la actual SET Trujillo Norte con la nueva SET Trujillo Noroeste, con el fin de iniciar los trabajos de montaje electromecánico de dicha línea de transmisión.

El proceso que se ha seguido en el desarrollo del presente informe se inicio con la recopilación de la información existente, luego se realizo una visita de campo de la ruta seleccionada en la ingeniería definitiva, con lo cual se dio inicio al desarrollo de los cálculos justificativos acorde con las normas vigentes, seguidamente se realizo el replanteo del perfil topográfico con lo cual mediante el uso de software se realizo la distribución de estructuras teniendo en cuenta las prestaciones mecánicas de las estructuras y las distancias mínimas de seguridad que debe cumplir el conductor, finalmente se desarrollo el informe final.

El presente informe está dividido en 4 capítulos, siendo el primero la memoria descriptiva donde se indica las características generales del proyecto y se describe brevemente el desarrollo del informe. En el segundo capítulo se ha realizado los cálculos justificativos donde se hace la verificación de los diseños desarrollados en la ingeniería definitiva. En el tercer capítulo se han desarrollado los metrados del suministro de materiales, montaje electromecánico y de las obras civiles. En el cuarto capítulo se presentan las láminas de detalle de los armados y accesorios así como los planos de perfil con la distribución de estructuras y la vista de planta de la nueva Línea de Transmisión.

Finalmente agradezco a la empresa ABS INGENIEROS por todo el apoyo que me brindaron durante la elaboración del informe y al Ing. Carlos Huayllasco Montalva por su asesoría para el buen desarrollo del mismo.

CAPITULO I

MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 Antecedentes

La Empresa Distribuidora HIDRANDINA S.A., ha establecido la necesidad de reforzar su Sistema Eléctrico para lo cual se implementara una nueva subestación (Trujillo Noroeste) la cual se interconectara con la subestación existente (Trujillo Norte) mediante la nueva Línea de de Transmisión 138kV Trujillo Norte – Trujillo Noroeste, con la finalidad de contar con un servicio confiable que garantice los niveles estándares de seguridad para las personas y equipos.

Para cumplir con este objetivo Hidrandina solicito la elaboración de la ingeniería de detalle con el fin de desarrollar los cálculos verifcatorios y así poder empezar con la ejecución de las Obras de montaje electromecánico de esta línea.

1.2 Alcances

El desarrollo del siguiente estudio tiene los siguientes alcances:

- Ejecución de los trabajos de replanteo topográfico y ubicación definitiva de estructuras para su instalación.
- Verificación de los diseños electromecánicos tomando como referencia las normas técnicas vigentes y las consideraciones de la buena práctica de la Ingeniería.
- Cálculo y diseño de las cimentaciones de las estructuras a ser instaladas.
- Realizar el metrado de suministro y montaje.
- Elaboración de los planos y detalles complementarios para el montaje electromecánico de la Línea.

1.3 Generalidades

1.3.1 Ubicación del proyecto

La zona del Proyecto está ubicada dentro del área de concesión de la empresa Distribuidora HIDRANDINA S.A, en la ciudad de Trujillo del Departamento de La Libertad, ubicado en la costa norte del Perú. Los niveles de altitud de la línea se ubican entre 56 y 130 msnm.

La nueva línea de Transmisión tiene 21 vértices desde la Subestación Trujillo Norte hasta la Subestación Trujillo Noroeste, los cuales se encuentran entre las siguientes coordenadas UTM:

V1(SE Trujillo Norte): 714419,04 E; 9110299,88 N

V21(SE Trujillo Noroeste): 701648,04 E; 9104012,89 N

Las mediciones han sido tomadas en el sistema "Prov S Am `56".

1.3.2 Condiciones ambientales

En base a la información obtenida de SENAMHI, la zona por donde se desplaza la línea presenta las siguientes condiciones climatológicas:

- Elevación sobre el nivel del Mar : menor a 200 msnm.
- Temperatura ambiental:
 - Máxima : 28,6°C
 - Media : 20°C
 - Mínima : 10°C
- Máxima velocidad de viento : 70 km/h (Según el CN Suministro)
- Humedad Relativa : 80-90 %
- Polución Ambiental : Severa
- Nivel isoceraúnico : Nulo

1.3.3 Vías de acceso

El acceso a la zona del Proyecto es vía terrestre a través de la Carretera Panamericana Norte Lima - Trujillo (vía asfaltada) y en vía aérea con vuelos regulares de Lima a la Ciudad de Trujillo; y luego a través de las avenidas principales de la ciudad de Trujillo. El recorrido del tramo de la nueva línea es en zona urbana en gran parte.

1.3.4 Datos generales de la línea de transmisión

La nueva Línea de Transmisión en 138 kV tendrá las siguientes características generales:

- Tensión Nominal : 138 kV
- Sistema : Trifásico, simple terna.
- Frecuencia : 60 Hz
- Disposición : Triangular y vertical
- Tipo / Sección de conductor : AAAC 240 mm²
- Cable de comunicación : ADSS
- Altitud Mínima : 56 m.s.n.m.
- Altitud Máxima : 130 m.s.n.m.
- Soportes : Postes de acero galvanizado de 21 y 24 m de longitud.
Poste de madera de 21 m.
- Aisladores : Aislador rígido horizontal tipo Line Post.
Aislador polimérico de suspensión.

1.4 Descripción de los trabajos a ejecutarse

1.4.1 Evaluación de las posibles rutas.

La nueva línea de transmisión como recorrido general pasa a través de una zona urbana motivo por el cual no existía muchas posibilidades para evaluar otras rutas. En la visita de campo se observó 2 posibles rutas, las mismas que se muestran en la Fig. 1.1 y la Fig.1.2.

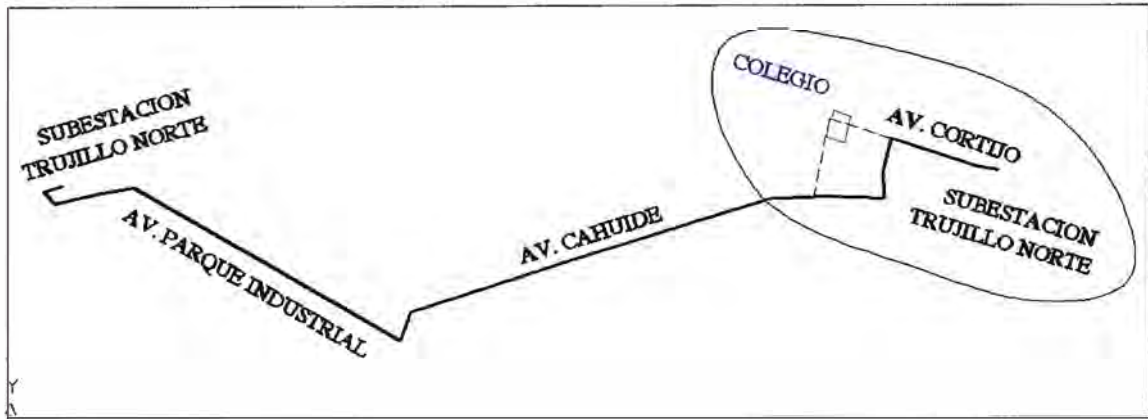


Fig. 1.1: Vista general del los posibles trazos de ruta

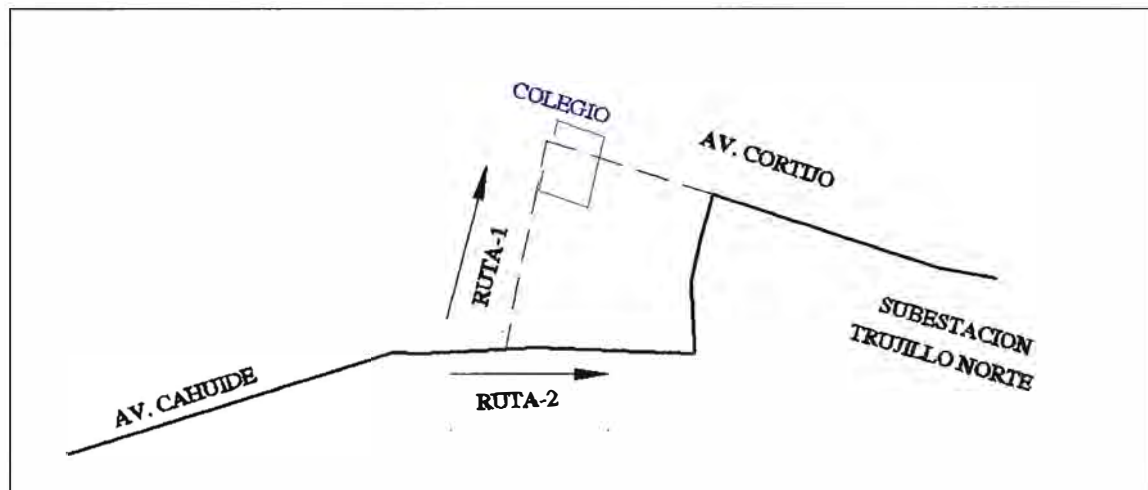


Fig. 1.2: Vista ampliada de las posibles rutas

Como se puede observar ambas rutas solo se diferencian en el tramo final. La RUTA-1 fue escogida primero debido a que en este trazo la línea recorrería en su totalidad por la berma central de todas las avenidas, sin embargo se encontró un problema debido a que se había construido un colegio sin respetar los planos de planeamiento urbano, por lo que se decidió buscar otra alternativa. En la RUTA-2 la línea en el tramo final pasa por unos terrenos de cultivo hasta empalmar con la berma central de la avenida Cortijo y así finalmente llegar a la Subestación Trujillo Noroeste. Al no encontrar dificultad en la RUTA-2, Hidrandina aprobó esta ruta por lo que se dio inicio al replanteo topográfico para definir la ubicación de las estructuras.

1.4.2 Replanteo topográfico

Definida la ruta de la nueva Línea de transmisión se procedió a realizar el replanteo topográfico teniendo en cuenta los planos de planeamiento urbano así como las distancias mínimas de seguridad que son requeridas, con lo cual se obtuvo la ubicación de las estructuras.

El recorrido de la nueva línea queda de la siguiente manera:

- Inicia su recorrido en el pórtico de la Subestación Trujillo Norte y continúa hacia la primera estructura (vértice 1).
- De la primera estructura se continúa hacia una torre existente del cual se utilizará su terna vacía (vértice 2).
- De la Torre existente al vértice 3 se cruza a través de la carretera Panamericana Norte.
- Del vértice 3 al vértice 5 se continúa el recorrido en forma paralela a la Av. Panamericana.
- Del Vértice 5 al Vértice 8, se continúa por la berma central de la Av. Parque Industrial. En este tramo la línea de transmisión ira paralelo a una Línea primaria existente.
- Del Vértice 8 al Vértice 9 se pasa de la Av. Parque Industrial a la Av. Cahuide, en este tramo existe un desmonte de arena. La distribución de estructuras se ha realizado teniendo en cuenta los planos de planeamiento urbano.
- Del Vértice 9 al Vértice 13, se continúa el recorrido por el costado de la berma central de la Av. Cahuide. En este tramo la línea recorrerá en forma paralela a una línea primaria existente.
- Del Vértice 14 al Vértice 15 se cruza la zona del colchón delimitado por el INC.
- Del Vértice 15 al Vértice 19, se continúa por terrenos de cultivo en una longitud aproximada de 620 metros.
- Del Vértice 19 al Vértice 21 se continúa por berma central de la Futura Av. El Cortijo hasta llegar a la nueva Subestación Trujillo Noroeste la cual estará ubicado en el cruce de la Av. El Cortijo con la Av. Metropolitana.

De acuerdo al replanteo topográfico, los cálculos justificativos y el replanteo de la distribución de estructuras resultaron un total de 43 estructuras (20 soportes de madera, 21 soportes metálicos de 21 metros y 2 soportes metálicos de 24m).

En la vista de planta presentada en el ANEXO J se puede observar el trazo de ruta así como la ubicación de la nueva subestación Trujillo noroeste y de todas las estructuras. Además en esta vista se está presentando las coordenadas UTM de todos los vértices.

1.4.3 Selección del conductor de fase y el cable de comunicaciones

De acuerdo a los resultados del estudio definitivo el conductor de fase seleccionado es el tipo AAAC 240 mm², en el presente informe se verificará la ampacidad del conductor mediante el método descrito en la IEEE Std 738 "Calculating the Current-Temperature Relationship of Bare Overhead Conductor".

El uso del cable de comunicaciones no estaba previsto en el estudio definitivo, por lo que en coordinación con Hidrandina se ha optado por utilizar el cable óptico dieléctrico tipo ADSS.

1.4.4 Selección del aislamiento

El aislamiento de la línea de transmisión en estudio será polimérico de 2 tipos (Aisladores de suspensión y Aisladores Horizontal tipo Line Post), se ha seleccionado dicho aislador teniendo en cuenta la contaminación y las sobretensiones a frecuencia industrial.

1.4.5 Cálculos mecánicos

Para el desarrollo de los cálculos mecánicos de conductores y estructuras se ha tomado como base el Código Nacional de Electricidad Suministro, donde se establecen los criterios necesarios que se deben tomar con el fin de obtener un diseño confiable.

1.4.6 Distancias de seguridad

Para verificar las distancias de seguridad se ha tomado en cuenta el CNE Suministro, así como las recomendaciones de la Norma VDE. y el manual de la REA.

1.4.7 Tipos de estructuras de la línea de transmisión

Los tipos de estructuras que se utilizarán en el presente proyecto son de alineamiento, ángulo y terminal con postes metálicos y de madera.

Los postes metálicos se utilizarán en los ángulos y terminales y los postes de madera en los alineamientos, esto en mérito a las características particulares de la ruta que recorrerá la Línea.

En la TABLA N° 1.1 se muestran las características de las estructuras con postes de acero galvanizado.

En la TABLA N° 1.2 se muestran las características de las estructuras con postes de madera.

1.4.8 Diseño del sistema de puesta a tierra

Para el diseño de puesta a tierra se ha tenido en cuenta la Norma IEEE 80. Se ha elaborado una tabla con 3 tipos de configuración de puesta a tierra conformado por electrodos verticales y contrapesos horizontales, cada configuración obedece a unos rangos típicos de resistividad del terreno, de tal manera que se pueda obtener una resistencia de puesta a tierra menor a 20 Ohm.

TABLA N° 1.1: Estructuras con Postes de Acero Galvanizado.

Tipo	Función	Configuración	N° de Soportes	Altura Típica	N° Ternas
S5	Alineamiento 0° - 5°	Vertical	1	21 m	1
S15	Ángulo >5° - 15°	Vertical	1	21 m	1
S5A	Alineamiento 0° - 5°	Triangular	1	21 m	1
S15A	Ángulo >5° - 15°	Triangular	1	21 m	1
A60	Angulo mediano 60°	Vertical	1	21 m	1
A90	Ángulo mayor - Terminal	Vertical	1	21 m	1
A90	Ángulo mayor - Terminal	Vertical	1	24 m	1

TABLA N° 1.2: Estructuras con Postes de Madera.

Tipo	Función	Configuración	N° de soportes	Altura Típica	N° Ternas
S5	Alineamiento 0° - 5°	Vertical	1	21 m	1
S5A	Alineamiento 0° - 5°	Triangular	1	21 m	1

1.4.9 Obras civiles

Las obras civiles en la Línea de transmisión, involucran específicamente los trabajos de excavación y cimentación de cada una de las estructuras.

Para ello se han desarrollado los trabajos de campo de evaluación y estudios de suelos.

Con los resultados obtenidos del estudio de suelos se ha desarrollado los diseños de las cimentaciones para cada una de las estructuras del proyecto.

1.5 Relación de documentos

El presente informe esta dividido en 4 capítulos, estos son:

- CAPITULO I: Memoria Descriptiva
- CAPITULO II: Cálculos Justificativos
- CAPITULO III: Metrados
- CAPITULO IV: Láminas y Planos

CAPITULO II

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1 Objetivo

El presente capítulo tiene por objeto desarrollar los cálculos vericatorios de los diseños desarrollados en el estudio de Ingeniería Definitiva, con el propósito de iniciar los trabajos de montaje electromecánico de la Línea de Transmisión en 138 kV SET Trujillo Norte – SET Trujillo Noroeste.

2.2 Cálculos eléctricos

2.2.1 Selección del conductor principal

De acuerdo al estudio definitivo el conductor de fase seleccionado es el tipo AAAC (all aluminium alloy conductor) de 240 mm² de sección, el cual corresponde a una sección normalizada a nivel nacional para la tensión de 138 kV.

Para verificar la Ampacidad del conductor, se utiliza el método descrito en la IEEE Std 738 “Calculating the Current-Temperature Relationship of Bare Overhead Conductor”, con lo cual determinaremos la capacidad de corriente del conductor y su temperatura de operación mediante el concepto de balance térmico.

A continuación se muestran algunos datos generales de la Línea que nos ayudaran en el cálculo de la ampacidad.

Tensión Nominal: 138 kV

Potencia máxima de transporte: 65 MVA

Corriente máxima: 272 A

Temperatura máxima admisible del conductor "Tc": 75°C

Temperatura máxima ambiente "Ta": 28,6°C

Resistencia del conductor a 20°C: 0,139 ohm/km (0,225 Ohm/milla)

Diámetro del conductor: 20,5 mm (0,807 pulg)

Se trabajara en el sistema ingles debido a que todas las tablas publicadas por la IEEE Std 738 están en dichas unidades.

Con estos datos procedemos con la Aplicación del método descrito en IEEE Std 738, el cual consiste en hallar la capacidad corriente del conductor para su temperatura máxima admisible.

En la fórmula 2.1 se presenta la ecuación fundamental del balance de calor.

$$I^2 R + q_s = q_c + q_r \quad (2.1)$$

Donde:

I = Corriente eléctrica (A)

R = Resistencia eléctrica (watt/pie lineal)

qs = Ganancia de calor solar (watt / pie lineal)

qc = Transferencia de calor por convección (watt / pie lineal)

qr = Radiación de calor (watt/pie lineal)

La resistencia al paso de la corriente eléctrica provoca la conversión de energía eléctrica en calor. A continuación aplicando la fórmula 2.2 calcularemos la resistencia para la máxima temperatura admisible del conductor.

Tc=75°C

$$R(75^\circ\text{C}) = R(20^\circ\text{C}) * (1 + 0,0036 * (75^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})) \quad (2.2)$$

R(20°C) = 0,2251 Ohm/milla.

R(75°C) = 0,2697 Ohm/milla.

La ganancia de calor solar viene a ser el calor irradiado por el sol y se calcula aplicando la fórmula 2.3.

$$q_s = \alpha Q_s \text{sen}(\phi) A' \quad (2.3)$$

$$\phi = \cos^{-1} ((\cos H_c) \cos (Z_c - Z_i)) \quad (2.4)$$

Donde:

qs = Radiación total de calor solar y del cielo, en watts/pie².

α = Coeficiente de absorción del conductor (0,5).

A' = Área proyectada del conductor (0,067 pie²/pie lineal).

d = Diámetro del conductor, en pulgadas.

Hc = Altitud del sol, en grados.

Zc = Azimut del sol, en grados.

Zi = Azimut de la línea, en grados.

De acuerdo a la ubicación de la línea se tiene:

Tipo de atmosfera:	Industrial.
Localización de la Línea de Transmisión:	7,5 latitud Sur.
Azimuth de la Línea de Transmisión "Zi":	177° Norte.

La altitud y azimuth del sol dependen de la localización del proyecto y de la hora del día. Se considera como valores típicos el promedio que se obtiene de las 10 am y el medio día.

En la TABLA N° 2.1 se muestran los valores de Altitud y Azimuth en grados para varias latitudes del sol y declinación de 23°C.

TABLA N° 2.1: Altitud y Azimut del sol.

Latitud Grados	10:00 a.m.		12:00 p.m.	
	Hc	Zc	Hc	Zc
-80	32	33	33	180
-70	40	37	43	180
-60	48	43	53	180
-50	55	52	63	180
-40	60	66	73	180
-30	62	83	83	180
-20	62	96	90	180
-10	61	97	88	180
0	60	91	90	180
10	61	85	89	180
20	62	85	90	180
30	62	97	83	180
40	60	114	73	180
50	55	128	63	180
60	48	137	53	180
70	40	143	43	180
80	32	147	33	180

De la TABLA N° 2.1 se obtienen los siguientes valores:

Altitud del sol "Hc"= 74,5 °C

Azimut del sol "Zc"= 138,5 °C

El calor irradiado por el sol y el cielo es una función del tipo de atmósfera y de la Altitud solar. Su valor se obtiene de la TABLA N° 2.2 aplicando el método de interpolación.

TABLA N° 2.2: Calor Irradiado por el sol y el cielo.

Hc Grados	Qs (W/pie2)	
	Atm. Clara	Atm Industrial
25	71,5	46,6
30	77	53
35	81,5	57,5
40	84,8	61,5
45	87,4	64,5
50	90	67,5
60	92,9	71,6
70	95	75,2
80	95,8	77,4
90	96,4	78,9

Radiación total de calor solar y del cielo "Qs" = 76,19 W/pie².

Reemplazando estos valores en la ecuación 2.3, obtenemos la siguiente ganancia de calor solar:

qs = 2,506 W/pie lineal de conductor.

Las condiciones atmosféricas, particularmente el viento, tienen efectos considerables en la capacidad térmica de los conductores aéreos desnudos. El viento provee enfriamiento y actúa principalmente en las pérdidas de calor por convección "qc" del aire circundante.

El cálculo de la transferencia de calor por convección, se desarrolla para las siguientes condiciones:

a) La transferencia de calor por convección natural se calcula considerando una velocidad viento igual a cero ($V_w=0$), aplicando la fórmula 2.5 obtendremos dicho resultado.

$$q_{c0} = 0,283 pf^{0,5} (T_c - T_a)^{1,25} \quad (2.5)$$

Donde:

T_c = Temperatura máxima admisible del conductor, en °C.

T_a = Temperatura máxima de ambiente, en °C.

T_f = Temperatura de la película del aire, en °C.

pf = Densidad del aire, en libras/pie³ a la temperatura T_f

Altura del proyecto: 130msnm (426,4 pies)

$T_f = (T_c + T_a)/2 = 51,8^\circ\text{C}$

La densidad del aire "pf" a la temperatura de 51,8°C se obtiene de la TABLA N° 2.3, mediante el método de interpolación.

$pf = 0,0679 \text{ Lb/pie}^3$

Reemplazando estos valores en la fórmula 2.5, se obtiene:

qc0 = 7,60 W/pie lineal de conductor.

b) La transferencia de calor por convección forzada se calcula cuando se considera una velocidad viento mayor que cero, las fórmulas 2.6 y 2.7 serán empleadas para dicho cálculo.

$$q_{c1} = \left[1,01 + 0,371 \left(\frac{d \rho_f V_w}{\mu_f} \right)^{0,52} \right] k_f (T_c - T_a) \quad (2.6)$$

$$q_{c2} = \left[0,1675 \left(\frac{d \rho_f V_w}{\mu_f} \right)^{0,6} \right] k_f (T_c - T_a) \quad (2.7)$$

Donde:

d = Diámetro del conductor, en pulgadas.

V_w = Velocidad del viento, en pies/hora.

Para efecto de diseño se considera una velocidad de viento de 0,61 m/s (2 pies/s).

μ_f = Viscosidad absoluta del aire, en libras/hora-pie a la temperatura T_f .

k_f = Conductividad térmica del aire, en Watts/(pie °C) a la temperatura T_f .

TABLA N° 2.3: Viscosidad, densidad y conductividad térmica del aire.

Temperatura			Viscosidad absoluta μ_f , (Lb/hr-pie)	Densidad, ρ_f , (Lb/pie ³)				Conductividad térmica del aire (W/pie°C) k_f
°F	°C	°K		Nivel del mar	5,000 pies	10,000 pies	15,000 pies	
32	0	273	0.0415	0.0807	0.0671	0.0554	0.0455	0.00739
41	5	278	0.0421	0.0793	0.0660	0.0545	0.0447	0.00750
50	10	283	0.0427	0.0779	0.0648	0.0535	0.0439	0.00762
59	15	288	0.0433	0.0765	0.0636	0.0526	0.0431	0.00773
68	20	293	0.0439	0.0752	0.0626	0.0517	0.0424	0.00784
77	25	298	0.0444	0.0740	0.0616	0.0508	0.0417	0.00795
86	30	303	0.0450	0.0728	0.0606	0.0500	0.0411	0.00807
95	35	308	0.0456	0.0716	0.0596	0.0492	0.0404	0.00818
104	40	313	0.0461	0.0704	0.0586	0.0484	0.0397	0.00830
113	45	318	0.0467	0.0693	0.0577	0.0476	0.0391	0.00841
122	50	323	0.0473	0.0683	0.0568	0.0469	0.0385	0.00852
131	55	328	0.0478	0.0672	0.0559	0.0462	0.0379	0.00864
140	60	333	0.0484	0.0661	0.0550	0.0454	0.0373	0.00875
149	65	338	0.0489	0.0652	0.0542	0.0448	0.0367	0.00886
158	70	343	0.0494	0.0643	0.0535	0.0442	0.0363	0.00898
167	75	348	0.0500	0.0634	0.0527	0.0438	0.0358	0.00909
176	80	353	0.0505	0.0627	0.0522	0.0431	0.0354	0.00921
185	85	358	0.0510	0.0616	0.0513	0.0423	0.0347	0.00932
194	90	363	0.0515	0.0608	0.0506	0.0418	0.0343	0.00943
203	95	368	0.0521	0.0599	0.0498	0.0412	0.0338	0.00952
212	100	373	0.0526	0.0591	0.0492	0.0406	0.0333	0.00966

Fuente: IEEE Std 738-1993. Art. 2.5

La viscosidad absoluta del aire y la conductividad térmica del aire se obtiene de la TABLA N° 2.3, mediante el método de interpolación.

$\mu_f = 0,0475$ Libras/hr-pie

$k_f = 0,0086$ W/pie-°C

Ambos términos son multiplicados por “kángulo” el cual es un factor que depende de la dirección del viento, donde ϕ es el ángulo entre la dirección del viento y el eje del conductor.

$$K_{\text{ángulo}} = 1.194 - \cos(\phi) + 0.194(2\phi) + 0.368 \text{Sin}(2\phi) \quad (2.8)$$

Se asume $\phi = 90^\circ$ (dirección del viento perpendicular al eje del conductor).

Reemplazando valores en la ecuación 2.6 y 2.7 se obtiene:

qc1 = 16,498 W/pie lineal de conductor.

qc2 = 15,139 W/pie lineal de conductor.

Finalmente se escoge el mayor valor de { **qc0**, **qc1**, **qc2** } = 16,498 W/pie lineal de conductor.

La radiación de calor del conductor “qr” se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$q_r = 0,138 d \varepsilon \left[\left(\frac{T_c + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_a + 273}{100} \right)^4 \right] \quad (2.9)$$

Donde:

qr = Pérdidas de calor por radiación, en watts por pie lineal del conductor

ε = Coeficiente de emisividad del conductor (0,5)

d = Diámetro del conductor, en pulgadas

Tc = Temperatura máxima admisible del conductor, en °C

Ta = Temperatura máxima de ambiente, en °C

Reemplazando valores en la fórmula 2.9 se obtiene:

qr = 3,56 W/pie lineal de conductor.

En la TABLA N° 2.4 se muestra un resumen de los resultados obtenidos para el cálculo de la ampacidad del conductor.

TABLA N° 2.4: Resumen de datos para el cálculo de ampacidad.

R=	5,10836E-05 ohm/pie	
qs=	2,506	W/pie lineal del conductor
qc=	16,498	W/pie lineal del conductor
qr=	3,560	W/pie lineal del conductor

De la ecuación fundamental del balance de calor (fórmula 2.1) despejamos la corriente:

$$I = \sqrt{\frac{q_c + q_r - q_s}{R}} \quad (2.10)$$

Reemplazando los valores de la TABLA N° 2.4 en la fórmula 2.10, se obtiene el siguiente valor de corriente de transporte:

I = 586,17 A.

Los requerimientos de ampacidad del conductor son 271,94 A (65 MVA), por lo que se observa que el conductor seleccionado es suficiente para transportar la potencia necesaria.

De igual manera se puede obtener la temperatura de operación para la potencia a transportar (este valor de temperatura se utilizará para hallar la flecha máxima del conductor).

En la TABLA N° 2.5 se muestran los resultados de ampacidad y temperatura de operación del conductor.

TABLA N° 2.5: Ampacidad y temperatura de operación del conductor.

Material	Ampacidad a 75°C	Temperatura de operación a 271,94 A
AAAC-240 mm ²	586,17 A	43 °C

Las características principales del conductor seleccionado AAAC 240 mm² de acuerdo al fabricante son los siguientes:

- Tipo : AAAC – 240
- Material : Aluminio con aleación de Mg y Si
- Numero de Hilos : 37
- Diámetro exterior : 20,5 mm
- Resistencia a 20 °C : 0,1399 Ohm/km
- Masa Unitario : 657 kg/km
- Coeficiente de Dilatación térmica : 23 x 10⁻⁶ 1/C°
- Tiro de Rotura : 65,98 kN
- Modulo de Elasticidad Final : 60,82 kN/mm²

2.2.2 Selección del cable de comunicaciones

Como medio de comunicación para enlazar la SET Trujillo Norte con la Nueva SET Trujillo Noroeste se va instalar un cable de fibra óptica del tipo ADSS, el cual será tendido en forma aérea por debajo del conductor activo a una altura que evite interferencias de montaje, operación y mantenimiento entre la línea de alta tensión y la fibra óptica.

La selección de este tipo de cable con mensajero dieléctrico obedece a que pueden ser utilizados en vanos medios sin aumentar considerablemente los esfuerzos mecánicos en la estructura por no tener elementos metálicos.

Las características principales de acuerdo a los datos del fabricante son las siguientes:

Tipo = ADSS

- Número de fibras

➤ Diámetro exterior	:	12,1 mm
➤ Sección	:	115 mm ²
➤ Peso Unitario	:	120 kg/km
➤ Tiro de Rotura	:	1376 kg

2.2.3 Selección del aislamiento

Para el presente proyecto se ha convenido utilizar el aislador polimérico con alma de fibra de vidrio reforzado con resina epoxi (el cual le proporciona una alta resistencia mecánica) y campana de goma siliconada (el cual le proporciona buenas cualidades aislantes). Además otra de las características de estos aisladores es que son livianos y resisten altas temperaturas.

Los tipos de aisladores que serán utilizados son los siguientes:

- Aislador polimérico de suspensión.
- Aislador polimérico tipo Line Post.

Los aisladores tipo "Line Post" sirven como apoyo rígido y sustituyen a las ménsulas.

Las características principales del aislador polimérico tipo suspensión y del aislador polimérico tipo Line Post son los siguientes:

➤ **Aislador Polimérico Tipo suspensión:**

Tipo	:	Polimérico
Material del aislante	:	Goma de Silicón
Material del núcleo	:	Fibra de vidrio
Distancia de fuga mínima	:	6500 mm
Voltaje de descarga a frecuencia industrial		
En seco	:	760 kV
En húmedo	:	650 kV
Carga mecánica especificada	:	120 kN
Carga de prueba a rutina	:	60 kN.

➤ **Aislador Polimérico Tipo Line Post:**

Tipo	:	Polimérico
Material del aislante	:	Goma de Silicón
Material del núcleo	:	Fibra de vidrio
Distancia de fuga mínima	:	6150 mm.
Voltaje de descarga a frecuencia industrial		
En seco	:	675 kV.
En húmedo	:	585 kV.
Carga de trabajo a flexión	:	8,04 kN.

Carga de trabajo a tracción 45,13 kN.

La verificación del Nivel de Aislamiento se hará en base a la norma IEC 815 "GUIDE FOR THE SELECTION OF INSULATORS IN RESPECT OF POLLUTED CONDITIONS" la cual toma en cuenta los siguientes criterios:

- Aislamiento frente a la contaminación ambiental
- Aislamiento por sobretensiones a la frecuencia industrial

Además se verificara el aislamiento por esfuerzo mecánico para evitar la caída de la línea.

Antes de proceder a los cálculos definimos las siguientes características de la Línea de Transmisión:

- Tensión nominal : 138 kV
- Tensión Máxima : 145 kV
- Nivel de aislamiento al Impulso (BIL) : 650 kVp
- Altura donde se desarrolla el proyecto (msnm) : < 1000

Además siguiendo las recomendaciones de la Norma IEC 71-1, para instalaciones situadas a altitudes superiores a 1000 m.s.n.m., la tensión máxima de servicio deberá ser multiplicada por un factor de corrección igual a:

$$F_c = 1 + 1,25 (h - 1000) \times 10^{-4} \quad (2.11)$$

Donde:

h = Altitud sobre el nivel del mar, en m

De acuerdo a ello y tomando en cuenta la máxima altitud de la zona del proyecto se obtiene el siguiente resultado:

Para $h_{max} < 1000$ m.s.n.m., $F_c = 1$

A continuación se realizan los cálculos de verificación del aislamiento para los 2 casos descritos en la norma IEC 815.

a) Aislamiento por Contaminación Ambiental

Tomando en cuenta la Norma IEC 815 "GUIDE FOR THE SELECTION OF INSULATORS IN RESPECT OF POLLUTED CONDITIONS" y considerando que la zona del proyecto está a condiciones severas de contaminación ambiental, por estar en una zona urbana cercano al mar, se ha considerado como una zona de contaminación muy pesada, el cual de acuerdo a la TABLA N° 2.6 le corresponde un nivel de fuga unitario de 31 mm/kV.

La mínima longitud de fuga entre fase y tierra es igual a la mínima longitud de fuga específica (TABLA N° 2.6) multiplicado por la máxima tensión de servicios entre fases corregida por altitud, es decir:

$$L_{fuga} = L_{fo} \times V_{max} \times F_c \quad (2.12)$$

TABLA N° 2.6: Longitud de fuga unitaria.

Nivel de Contaminación	Longitud de Fuga Unitaria
Ligero	16 mm/kV
Medio	20 mm/kV
Pesado	25 mm/kV
Muy pesado	31 mm//kV

Donde:

Lfuga : Longitud de Fuga

Lfo : Longitud de fuga unitaria entre fase (Según TABLA N° 2.6)

Vmax : Tensión máxima de servicio (145 kV)

Fc : Factor de corrección por altitud

En la TABLA N° 2.7 se muestran los resultados que se obtienen en el cálculo de la mínima longitud de fuga entre fase y tierra.

TABLA N° 2.7: Longitud de fuga unitaria.

Altitud	Fch	Mm/kV ϕ - ϕ	Umax	Lfuga
Menor a 1000 msnm	1	31	145 kV	4495 mm

b) Aislamiento por Sobretensiones a Frecuencia Industrial.

Para el cálculo de las sobretensiones a frecuencia industrial se aplicarán las siguientes fórmulas:

$$V_{fi} = \frac{f_s \times V_{max} \times H}{\sqrt{3} \times (1 - N \times \sigma) \times \rho^n \times f_l} \quad (2.13)$$

Donde:

f_s : Factor de sobretensión a frecuencia Industrial (1,5)

V_{max} : Tensión Máxima de operación

H : Factor por humedad (1)

N : Numero de desviaciones estándar alrededor de la media (3)

σ : Desviación estándar (2%)

ρ : Densidad relativa del aire

n : Exponente empírico (n=0,7)

f_l : Factor por lluvia (0,95)

Aplicando la fórmula 2.14 obtenemos la densidad relativa del aire para una temperatura ambiente de 20°C.

$$\partial = \frac{3,92 \times b}{273 + t} \quad (2.14)$$

$$\text{Log } b = \log 76 - \text{m.s.n.m.} / 18\,336 \quad (2.15)$$

En la TABLA N° 2.8 se muestran los resultados que se obtienen en el cálculo de la tensión de sostenimiento a frecuencia industrial.

TABLA N° 2.8: Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial.

Ítem	T (°C)	Altitud	b	∂	Vfi
1	20	< 1 000	67,031	0,897	151,76

En la TABLA N° 2.9 se presenta un resumen de los cálculos obtenidos así como las características del aislador seleccionado.

TABLA N° 2.9: Resumen de los valores obtenidos.

Descripción	Valores Calculados	Características de Aisladores Poliméricos	
		Tipo Suspensión	Tipo Poste
Altitud m.s.n.m.	<1000	(Goma Silicona)	(Rígido)
Longitud de Línea de Fuga (mm)	4495	6500	6150
Tensión de Sostenimiento a frecuencia Industrial (kV)	151,76	760	675

De la TABLA N° 2.9, se observa que los aisladores seleccionados cumplen con los requerimientos mínimos calculados.

c) Aislamiento por Esfuerzo Mecánico

➤ Aislador Polimérico Tipo suspensión:

Este tipo de aislador será usado en las estructuras de anclaje y Terminal, deberá soportar el tiro máximo de los conductores.

Para el conductor AAAC 240 mm² se tiene la siguiente secuencia de cálculo:

Carga de rotura del conductor	=	7346 kg
Tiro máximo del conductor	=	40% x 7346 = 2938 kg
Factor de sobrecarga	=	1,65
Tiro máximo sobrecargado	=	1,65 x 4197 = 4197 kg
Factor de resistencia del aislador	=	0,5

Carga min. de rotura del aislador	=	4197 / 0,5 = 9697 kg
Requerimiento:		9697 kg <> 95 kN
		95 kN < 120 kN (conforme)

➤ **Aislador Polimérico Tipo Line Post:**

Este aislador será usado en las estructuras de alineamiento. Para este tipo de aislador se deberá verificar la resistencia mecánica al cantiléver (voladizo).

Para el conductor AAAC 240 mm² se tiene la siguiente secuencia de cálculo:

Peso del aislador	=	50 kg
Vano peso	=	250 m
Carga unitaria del conductor	=	670 kg/km
Factor de sobrecarga	=	1,5
Carga máxima sobrecargado	=	276 kg
Factor de resistencia del aislador	=	0,4
Carga min. de rotura del aislador	=	273 / 0,4 = 691 kg
Verificación		691 <> 6,8 kN
		6,8 kN < 8 kN (conforme)

2.3 Cálculos mecánicos

2.3.1 Grado de construcción y zona de carga

El CNE Suministro prescribe diferentes Grados de Construcción para las líneas aéreas, que se especifican en función del nivel de tensión y la zona que atraviesa su recorrido. Los Grados de Construcción en orden ascendente de exigencia son N, C y B. Las exigencias de los Grados de Construcción se refieren a las cargas mecánicas aplicadas y a los factores de reducción de la resistencia de las estructuras de soporte.

Para el presente caso la Línea pasa a través de zonas Urbanas por lo cual le corresponde el Grado de Construcción B, según aplicación de la Tabla 242-1 del CNE Suministro.

De otro lado, el CNE Suministro define las Zonas de Carga para determinar las cargas mecánicas que deben aplicarse a las líneas de transmisión.

Según la Sección 25 del CNE Suministro la Zona de Carga correspondiente al proyecto es la A (Ligera).

2.3.2 Cargas de viento

Para determinar la presión del viento se utiliza la expresión de la regla indicada en el CNE Suministro 250.C, siguiente:

$$P_v = 0,613 V^2 S_f A \text{ (N)} \quad (2.16)$$

Donde:

V = velocidad de viento (m/s)

Sf = factor de forma

(1 para el conductor principal)

(1 para estructuras cilíndricas)

A = área proyectada (m²)

2.3.3 Condiciones de carga en el conductor

a) Carga de todos los días (EDS)

Esta carga es la que se presenta con mayor frecuencia en la línea, a la temperatura de 20 °C, sin viento, y constituye el punto de partida para el cálculo de las otras condiciones de carga. En el presente caso la carga de todos los días (EDS) se ha considerado el valor de 15% equivalente a 4,59 kg/mm², tal como fue establecido en el estudio definitivo. Este valor es coherente con el hecho de que los vanos son pequeños y en consecuencia no se requiere mayor esfuerzo para la puesta en flecha, por otro lado este valor para el EDS inicial favorece en el cálculo de las cargas para las estructuras, haciéndolos relativamente más ligeros.

b) Sobrecargas en el conductor

En la zona del proyecto el conductor presentará solamente sobrecarga debido al viento (V = 70 km/h), dicha velocidad será considerada horizontal y en dirección perpendicular al eje del conductor.

c) Condiciones de máxima carga

Para el presente proyecto se está considerando una tensión máxima admisible (tangencial) en los conductores igual al 40% del tiro de rotura del conductor (lo que equivale a trabajar con un coeficiente de seguridad igual a 2,5).

2.3.4 Hipótesis de estado

Las hipótesis de estado definen las condiciones climáticas más desfavorables de la zona por donde atraviesa la línea, también son denominados estados de carga. Para el presente proyecto se ha definido 2 grupos de Hipótesis, uno para el conductor principal y el otro para el cable de comunicaciones.

a) Hipótesis para el conductor principal (AAAC-240)

Para el conductor de Aleación de aluminio de 240 mm² se está considerando 4 Hipótesis de estado las cuales se presentan en la TABLA N° 2.10.

- En la Hipótesis I “EDS” se ha considerado un tiro EDS inicial igual al 15% del tiro de rotura del conductor.
- Los valores del EDS final se calculan para cada vano, con estos valores se ha efectuado la distribución de estructuras.
- El tiro máximo que se ha considerado es igual a 40% del tiro de rotura del conductor (coeficiente de seguridad = 2,5).

TABLA N° 2.10 Hipótesis de estado para el conductor AAAC-240 mm².

CONDICIONES DEL MEDIO AMBIENTE	HIPÓTESIS DE ESTADO			
	EDS	Max. Viento	Max. Temper.	Flecha. Mínima
	1	2	3	4
TEMPERATURA (°C)	20	10	60	10
VEL. DEL VIENTO (Km/hr)	-	70	-	0
HIELO (mm.)	-	-	-	0
TIRO DE CONDUCTOR	EDS Inicial = 15%	40,00%	40,00%	40,00%

- En la hipótesis de máximo viento se considera una velocidad de 70 Km/h, de acuerdo al código nacional suministro.
- La máxima temperatura del conductor se ha determinado por la suma de la temperatura de operación del conductor (Ampacity) + la temperatura equivalente por efecto creep.

La temperatura de operación del conductor (43°C) se ha determinado por el método de la IEEE Std 738, mientras que la temperatura equivalente por efecto creep (17°C) se ha determinado por el método descrito en Electra N°75 (ver ANEXO B).

Sumando dichos valores se obtiene una temperatura máxima de 60°C, con lo cual se verificará las distancias de seguridad del conductor al suelo.

- Para la condición de flecha mínima se está considerando una temperatura de 10°C, sin viento.

b) Hipótesis de estado para el cable ADSS

Para el cable de comunicaciones tipo ADSS se ha considerado referencialmente 4 hipótesis de estado los cuales se muestran en la TABLA N° 2.11. Sin embargo para este tipo de cable el fabricante en sus datos técnicos proporciona la flecha máxima del cable como un porcentaje del vano de enlace.

Según datos técnicos del fabricante las flechas del conductor ADSS son las siguientes:

- Para la condición de tendido y un vano promedio de 150m la flecha será igual al 1% de la longitud del vano.
- Para la condición de máxima flecha y un vano promedio de 150m la flecha que se obtendrá será igual al 1,7% de la longitud del vano. Con este valor de flecha se ha realizado la verificación de la distancia de seguridad del conductor al terreno.

TABLA N° 2.11 Hipótesis de estado para el cable ADSS.

CONDICIONES DEL MEDIO AMBIENTE	HIPOTESIS DE ESTADO			
	EDS	Máx. Viento	Max. Temper.	Flecha. Mínima
	1	2	3	4
TEMPERATURA (°C)	20	10	30	10
VEL. DEL VIENTO (Km/hr)	-	70	-	0
HIELO (mm.)	-	-		0
TIRO DE CONDUCTOR	EDS Inicial = 15%	40,00%	40,00%	40,00%

2.3.5 Ecuación de cambio de estado

Mediante la ecuación de cambio de estado se pueden determinar las tensiones y flechas para las distintas condiciones climáticas y sobrecargas definidas en las hipótesis de estado, con lo cual podremos controlar que la tensión nunca supere la máxima admisible y que el conductor se encuentre por encima de la distancia de seguridad de acuerdo a normas.

La ecuación de cambio de estado es deducida al efectuar un balance de longitudes del cable para 2 condiciones distintas conocidas como estado inicial y estado final.

En un conductor la variación total de su longitud esta dado por los siguientes aspectos:

$$L_2 - L_1 = \Delta L\left(\frac{\text{dilatacion}}{\text{termica}}\right) + \Delta L\left(\frac{\text{diferencia}}{\text{tracciones}}\right) + \Delta L\left(\frac{\text{modulo}}{\text{elasticidad}}\right) + \Delta L\left(\frac{\text{fluencia}}{\text{metalica}}\right) \quad (2.20)$$

Con el coeficiente de dilatación térmica longitudinal del conductor se puede hallar las deformaciones elásticas longitudinales del conductor producido por las diferentes temperaturas entre los dos estados.

Mediante la ley de Hooke se determinan las deformaciones elásticas longitudinales que se producen en los conductores al ser sometidos a esfuerzos diferentes al original (diferencia de tracciones).

De acuerdo a la curva Esfuerzo-Deformación del conductor ante la aplicación de un esfuerzo se produce una variación de su módulo de elasticidad, lo que le provoca al conductor una deformación permanente. Con el fin de obtener la máxima deformación del conductor esta es calculada en la condición de máximos esfuerzos, luego dicha deformación es adicionada a la flecha del conductor en la misma condición y por último está flecha es reflejada en las otras condiciones mediante la ecuación de cambio de estado, con lo cual se obtiene la flecha final debido a esta deformación permanente.

La fluencia metálica (creep) está definida como la deformación plástica que se produce por efecto del tiempo de aplicación de un esfuerzo sobre el conductor, esta deformación es determinada como un equivalente en temperatura la cual será adicionada a la temperatura de la hipótesis de máxima flecha. En el ANEXO B se presenta los resultados del cálculo del creep del conductor AAAC 240 mm².

En el presente informe se está utilizando esta completa ecuación de cambio de estado con el fin de modelar la condición final del conductor en las distintas hipótesis de estado, para lo cual se ha utilizado el software DLTCAD que permite en tiempo de diseño verificar las distancias de seguridad y las prestaciones mecánicas de las estructuras para todas las hipótesis de estado.

En figura 2.1 se puede apreciar el comportamiento del conductor para las 4 hipótesis de estado definidas en el proyecto los cuales han sido obtenidos con el software DLTCAD. En este grafico se puede observar la distancia mínima del conductor al terreno, produciéndose el caso más crítico en la hipótesis III (máxima temperatura) donde se obtiene un valor de 9,19 m, debido a que esto ocurre en todos los vanos, en el ANEXO I se presentan los planos de perfil para la hipótesis de máxima temperatura (máxima flecha), por ser la condición más crítica donde se verificará la distancia de seguridad.

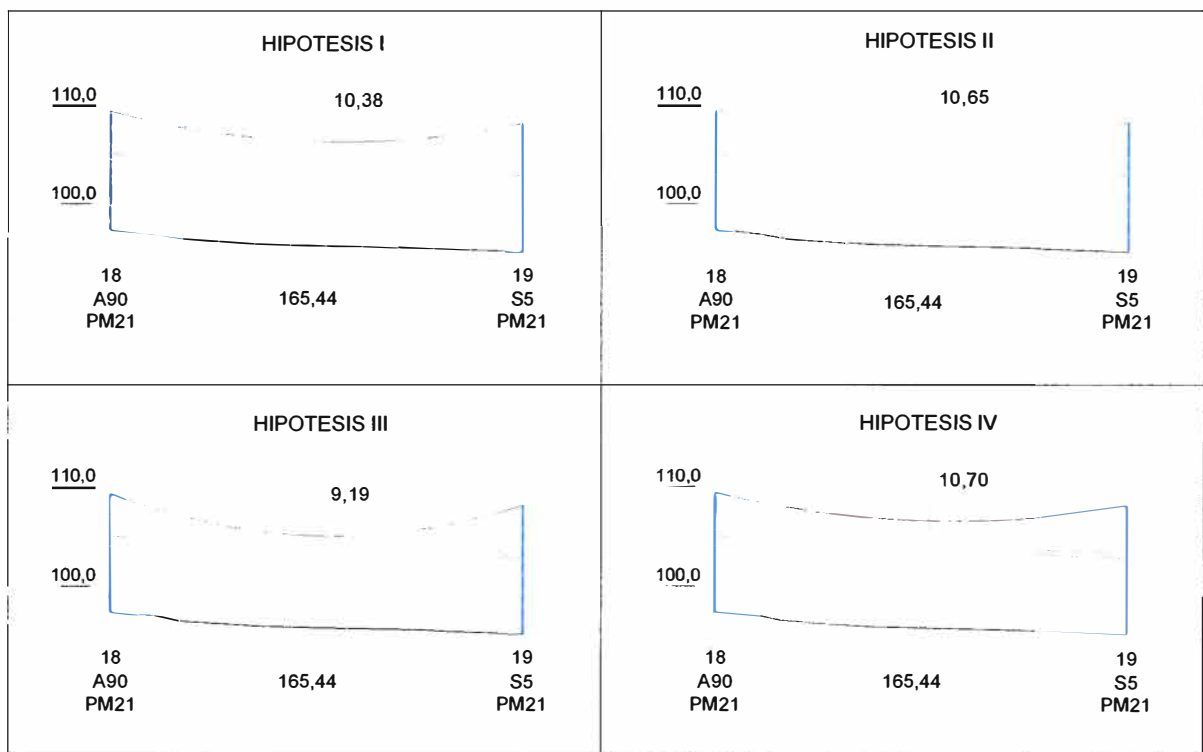


Fig. 2.1: Comportamiento del conductor en todas las hipótesis de estado.

A continuación se detalla el procedimiento para determinar la elongación del conductor debido a la variación de su módulo de elasticidad.

➤ **Elongación del conductor por variación de su modulo de elasticidad.**

El conductor de aleación de aluminio utilizado en el presente proyecto es un material con característica elástica y plástica, con un modulo de elasticidad variable en su fase inicial, y un modulo de elasticidad constante en su condición final.

Ante la aplicación de una fuerza externa sobre el conductor la elongación que se produce sigue la curva “Esfuerzo – elongación” ABD (ver gráfico), la cual se puede modelar mediante la siguiente ecuación:

$$Y = a + bX + cX^2 + dX^3 + eX^4 \quad \text{.....} \quad (2.17)$$

Si dejamos de aplicar la fuerza, la recuperación elástica se da a través de la recta BC con pendiente igual al “modulo de elasticidad final - E_f ”.

Si se aplica otra fuerza mayor a la anterior, primero la elongación sigue la recta CB, y luego por la curva “Esfuerzo – elongación” BD. Si dejamos de aplicar la fuerza la recuperación elástica se desarrolla a través de una recta paralela a la anterior, es decir con una pendiente igual al modulo de elasticidad final E_f .

Para determinar la máxima deformación del conductor el esfuerzo considerado deberá ser el máximo que se obtiene de acuerdo a las hipótesis de estado, en el presente informe esto le corresponde a la condición de máximo viento.

De acuerdo a las curvas publicadas por “The Aluminum Association”, la ecuación que se tiene para el conductor de Aleación de aluminio de 240 mm^2 - 37 hilos es la que se muestra a continuación:

$$Y = 0,10 + 55,97 X - 8,16 X^2 - 22,15 X^3 \quad (2.18)$$

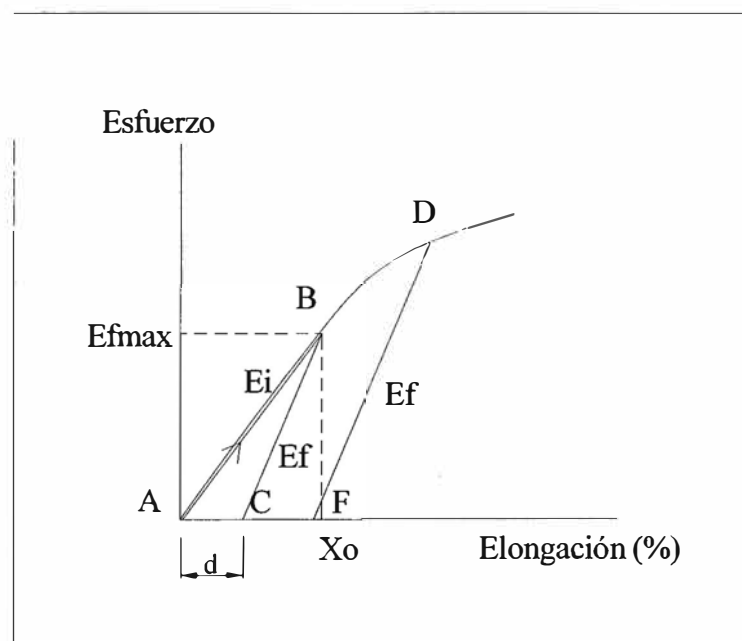


Fig. 2.2: Curva esfuerzo-elongación.

Donde:

Y: Esfuerzo en Kg/mm² y

X: Elongación en %

Con la ayuda de la ecuación 2.18 para nuestro máximo esfuerzo “E_{fmax}” podemos determinar la elongación “X_o”, con lo cual tendríamos el “punto B” de la recta CB con las siguientes coordenadas (X_o;E_{fmax}), según la característica del conductor la pendiente de dicha recta es igual al módulo de elasticidad final “E_f”. Conociendo un punto y la pendiente de la recta CB se puede determinar su ecuación el cual tendrá la siguiente forma:

$$Y = E_f X + (E_{fmax} - E_f X_o) \quad (2.19)$$

La elongación permanente del conductor “d” se determina interceptando la recta CB con el eje horizontal (es decir haciendo Y=0).

En esta condición de máximo esfuerzo (Hipótesis II: Máximo viento) se adiciona a la flecha la elongación obtenida de tal manera que al aplicar la ecuación de cambio de estado se pueda reflejar esta elongación a las demás hipótesis de estado.

Con ayuda del software DLTCAD se puede simular este efecto para cada vano que se ha obtenido en la distribución de estructuras, por lo tanto las catenarias que se presentan en los planos de perfil del ANEXO I ya consideran esta deformación conocida como la “condición final del conductor por variación de su modulo de elasticidad”.

2.3.6 Cálculo mecánico de conductores

El cálculo mecánico del conductor consiste en la determinación de las tensiones mecánicas para verificar que en ningún caso se supere el límite de rotura elástico o la fatiga del conductor.

Las influencias atmosféricas que determinan el comportamiento del conductor son principalmente los siguientes:

- Las variaciones de la temperatura ambiente, que por efecto de contracción o dilatación alteran la longitud de éstos, haciéndola mayor o menor. Si la temperatura aumenta, la longitud del cable se alarga (aumentando su flecha) y su tensión mecánica disminuye. Si la temperatura disminuye, la longitud del cable disminuye (disminuyendo su flecha) y su tensión mecánica aumenta.
- La fuerza que ejerce el viento sobre los conductores, que actúa como una sobrecarga, ya que al sumarse con el propio peso del cable hace que el efecto sea el de un aumento aparente de dicho peso.

Aplicando la ecuación de cambio de estado para las hipótesis previamente definidas se obtiene el cálculo mecánico de conductores para el estado inicial del conductor, los resultados de estos cálculos se han aplicado para determinar el árbol de cargas de los diferentes tipos de estructuras. En el ANEXO A se presenta dicho calculo.

2.3.7 Cálculos mecánicos de estructuras

Los cálculos mecánicos de estructuras tienen por objeto establecer los límites de operación adecuada de cada uno de los tipos de estructuras de manera que se pueda garantizar la operación de la línea.

a) Condiciones de Carga en la Estructura

Las principales cargas que inciden sobre las estructuras son:

Cargas Transversales: Carga de tensión mecánica del conductores y de viento sobre conductores y estructuras.

Cargas Longitudinales: Carga de tensión mecánica del conductores en la dirección de la línea.

Cargas Verticales: Cargas debido al peso del conductor y demás accesorios.

b) Factores de Sobrecarga y de Resistencia

Para los conductores y estructuras de soporte se aplican los factores de sobrecarga indicados en la Tabla 253-1 del CNE Suministro. Así mismo se aplican factores de reducción en las estructuras de soporte según se indica en la Tabla 261-1A del mismo CNE Suministro.

c) Condiciones de Emergencia en la Estructura

El CNE Suministro no trata específicamente esta situación. En el presente caso se aplica lo siguiente:

Para las estructuras de suspensión, bajo la condición de un conductor roto se considera una carga aplicada longitudinalmente igual al tiro del conductor debido a que los aisladores al ser rígidos mantienen su posición lo cual no permite la disminución de dicho tiro.

Para las estructuras de ángulo y retención se aplica el mismo criterio que se aplico a las estructuras de alineamiento.

Para las estructuras terminales bajo la condición de un conductor roto la carga aplicada longitudinalmente se hace cero y como consecuencia la carga vertical y transversal también se hacen iguales a cero.

d) Cálculo de Prestaciones de Estructuras

Las prestaciones de estructuras vienen a ser el máximo valor de vano viento, vano peso y vano lateral.

➤ Cálculos para Postes de acero galvanizado

La fabricación de los postes de acero galvanizado, obedecen a los requerimientos de cargas mecánicas las mismas que se representan en un árbol de cargas.

Para poder determinar el árbol de cargas de todas las estructuras metálicas del presente informe es preciso establecer las prestaciones máximas requeridas, las mismas

que se definen en base a los requerimientos del perfil topográfico y la ruta de la línea de transmisión.

Con los criterios descritos se han definido las prestaciones máximas requeridas para cada estructura. En cada caso se ha considerado un factor adicional de seguridad de manera que ninguna estructura trabaja a su límite, este criterio permite además que la estructura se adecue a variaciones en su ubicación y otras exigencias de carga.

En la TABLA N° 2.12 se muestran las prestaciones definidas para los postes de acero galvanizado.

TABLA N° 2.12: Prestaciones para los postes de acero galvanizado.

Tipo	Angulo(°C)	Vano Viento (m)	Vano Peso(m)
S5	5°	160	450
S15	15°	160	450
S5A	5°	180	525
S15A	15°	180	525
A60	40° - Anclaje 60° Ángulo mediano	180	450
A90	0° - Terminal 90° Ángulo grande	180	450

A partir de estas definiciones se ha calculado los esfuerzos mecánicos hipotéticos y se representa en los árboles de cargas que se presentan en el ANEXO C.

Para estos cálculos se ha aplicado las consideraciones de carga del CNE Suministro 2001.

➤ Cálculos para Postes de madera

Para determinar las prestaciones máximas de los postes de madera se ha desarrollado el cálculo mecánico de estructuras teniendo en cuenta las recomendaciones dadas por el Código Nacional Suministro y las normas DGE.

En la TABLA N° 2.13 se muestran las prestaciones definidas para los postes de madera.

TABLA N° 2.13: Prestaciones para los postes de madera.

Tipo	Angulo(°C)	Vano Viento (m)	Vano Peso(m)
S5	0°	205	307,5
	2°	137	205,5
S5A	0°	225	337,5
	2°	137	205,5

Por encontrarse la línea en una zona urbana se está usando postes de madera solo en los alineamientos con el fin de evitar el uso de retenidas

Las siguientes fórmulas han sido aplicadas en los procedimientos para el cálculo mecánico de estructuras de los postes de madera.

- Fuerza del viento sobre el poste:

$$F_{pv} = P_v * A_{pv} \quad (2.21)$$

- Fuerza del viento sobre el conductor:

$$F_{vc} = \left(\frac{V_m * P_v * D_c}{1000} \right) * \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) \quad (2.22)$$

- Fuerza debido al tiro

horizontal del conductor:

$$F_{tc} = 2 * T_h * \operatorname{sen}\left(\frac{\theta}{2}\right) \quad (2.23)$$

- Momento debido al viento sobre la estructura:

$$M_{VP} = F_{pv} * H_{pv} \quad (2.24)$$

- Momento debido a la carga del viento sobre los conductores:

$$M_{VC} = F_{vc} * (hc_1 + hc_2 + hc_3) \quad (2.25)$$

- Momento debido a la carga de los conductores:

$$M_{TC} = F_{tc} * (hc_1 + hc_2 + hc_3) \quad (2.26)$$

- Momento debido al desequilibrio de cargas verticales:

$$M_{CW} = (B_c) * [P_c * V_p + (\text{Peso de aisladores}) + \text{Peso de un hombre con herramientas}] \quad (2.27)$$

- Momento resultante según norma DGE:

$$M_{RN} = M_{vp} + M_{vc} + M_{tc} + M_{cw} \quad (2.28)$$

- Momento resultante según norma Código Nacional Suministro:

$$M_{RN} - CNE = (M_{vp} + M_{vc}) * F_{tv} + M_{tc} * F_{ta} + M_{cw} * F_v \quad (2.29)$$

- Esfuerzo del poste en la línea de empotramiento.

$$R_H = \frac{M_{RN}}{3,16 \times 10^{-5} \times (C)^3} \quad (2.30)$$

- Carga crítica del poste debido a la compresión:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(kl)^2}$$

(2.31)

➤ Momento de inercia:

$$I = \frac{\pi D_m^3 D_o}{64} \quad (2.32)$$

➤ Fuerza equivalente en la punta:

$$F_p = \frac{MRN - CNS}{0,9 \times L_p - 0,6 - 0,3} \quad (2.33)$$

➤ Deflexión:

$$\delta = \frac{MRN * L}{3EI} \leq 4\% \quad (2.34)$$

Donde:

Pv = Presión del viento.

Apv = Área de la proyección del poste.

Vm = Vano viento.

Dc = Diámetro del conductor.

θ = Ángulo de desvío topográfico, en grados.

Th = Tiro horizontal del conductor.

Hpv = Altura de aplicación del viento sobre el poste

Hci = Altura del conductor i con respecto al suelo.

Bc = Brazo de la cruzeta.

Pc = Peso unitario del conductor.

Vp = Vano peso.

Do = Diámetro del poste en la cabeza, en cm.

Dm = Diámetro del poste en la línea de empotramiento, en cm.

h = Altura libre del poste, en m.

C = Circunferencia del poste en la línea de empotramiento, en cm.

E = Módulo de Elasticidad del poste, en kg/cm².

I = Momento de inercia, en cm⁴.

K = Factor que depende de la fijación en los extremos del poste.

Lp = Longitud total del poste.

Fp = Fuerza equivalente en la punta.

δ = Variación porcentual de la deflexión.

L = Lp – he – 0,3

El detalle de los cálculos realizados para cada una de las estructuras de los postes de madera se presenta en el ANEXO D.

2.4 Configuración geométrica de las estructuras

En la TABLA N° 2.14 se muestra la configuración geométrica de las estructuras con postes de acero galvanizado.

En la TABLA N° 2.15 se muestra la configuración geométrica de las estructuras con postes de madera.

2.5 Distancias de seguridad

Para verificar las distancias de seguridad se ha tomado en cuenta el Código Nacional de Electricidad Suministro, así como las recomendaciones de la Norma VDE y el manual de la REA.

TABLA N° 2.14: Configuración geométrica con postes de acero

Tipo	Función	Configuración	N° de soportes	Altura típica	N° Ternas
S5	Alineamiento 0° - 5°	Vertical	1	21 m	1
S15	Angulo >5° - 15°	Vertical	1	21 m	1
S5A	Alineamiento 0° - 5°	Triangular	1	21 m	1
S15A	Angulo >5° - 15°	Triangular	1	21 m	1
A60	Angulo mediano 60°	Vertical	1	21 m	1
A90	Angulo mayor - Terminal	Vertical	1	21 m	1
A90	Angulo mayor - Terminal	Vertical	1	24 m	1

TABLA N° 2.15: Configuración geométrica con postes de madera

Tipo	Función	Configuración	N° de soportes	Altura típica	N° Ternas
S5	Alineamiento 0° - 5°	Vertical	1	21 m	1
S5A	Alineamiento 0° - 5°	Triangular	1	21 m	1

Para un nivel de tensión de 138 kV las distancias han sido corregidas a razón de 10 mm/kV en exceso de 23 kV y a la tensión máxima de operación de la línea.

2.5.1 Distancia vertical del conductor principal (AAAC-240) al terreno

En el Art. 232.C.1.a y la Tabla 232-1a del Código Nacional de Electricidad Suministro, se define las distancias mínimas del conductor al terreno el cual deberá verificarse a lo largo de toda la línea en la condición final de máxima flecha.

Para el presente proyecto la flecha final más larga se produce a una temperatura de 60°C, sin presencia de viento.

En la TABLA N° 2.16 para un nivel de tensión de 138 kV se indica las distancias mínimas de seguridad que debe cumplir el conductor AAAC 240 mm² con respecto al nivel del terreno.

TABLA N° 2.16: Distancia de seguridad del conductor AAAC 240 al terreno

Nivel de tensión:	138 kV
Máxima tensión de operación:	145 kV
Incremento de la distancia de seguridad por NT superior a 23 kV:	10 (mm/kV)
Distancia de seguridad adicional por Nivel de Tensión:	1,2 m
Cuando el conductor cruza o sobresale	
Carreteras y avenidas sujeta a tráfico de camiones	8,2 m
Caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones	7,7 m
Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos	6,2 m
Cuando el conductor recorre a lo largo de	
Carreteras y avenidas sujeta a tráfico de camiones	7,7 m
Caminos, calles o callejones	7,2 m
Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos	6,2 m

2.5.2 Distancia vertical del cable de comunicaciones tipo ADSS al terreno

En el Art. 232.C.1.a y la Tabla 232-1a del Código Nacional de Electricidad Suministro, se define las distancias mínimas del cable de comunicaciones al terreno para la máxima flecha.

En la TABLA N° 2.17 se indican las distancias mínimas de seguridad que debe cumplir el cable de comunicaciones con respecto al nivel del terreno.

2.5.3 Distancia horizontal entre conductores tendidos en diferentes estructuras de soporte.

Según el Artículo 233 B del CNE Suministro, la distancia de seguridad horizontal entre conductores tendidos en diferentes estructuras de soporte deberá ser igual a 1,5 mas 10mm/kv a partir de 129 kV si se sobrepasa dicho voltaje.

Teniendo en cuenta lo anterior la distancia mínima entre conductores tendidos en diferentes estructuras da como resultado 1,7m. A medio vano deberá incrementarse una distancia de 1,2 m debido al desplazamiento del conductor por acción del viento.

TABLA N° 2.17: Distancia de seguridad del cable de comunicaciones al terreno

Cuando el conductor cruza o sobresale	
Carreteras y avenidas sujeta a tráfico de camiones	6,5 m
Caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones	5,5 m
Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos	4,0 m
Cuando el conductor recorre a lo largo de	
Carreteras y avenidas sujeta a tráfico de camiones	5,5 m
Caminos, calles o callejones	5,0 m
Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos	4,0 m

2.5.4 Distancia vertical entre conductores que se cruzan tendidos en diferentes estructuras de soporte.

Según el Artículo 233.C del CNE Suministro, La distancia de seguridad vertical entre conductores que se cruzan cuando estos se encuentran en diferentes estructuras de soporte esta dado por los valores que se encuentran en la TABLA N° 2.18.

TABLA N° 2.18: Distancia vertical entre conductores que se cruzan tendidos en diferentes estructuras de soporte

Factor de corrección:		10 mm/kV
Nivel de tensión del 1er. Cto. (kV)	Nivel de tensión del 2do. Cto. (kV)	Distancia de seg. (m)
138	138	3,6
138	60	2,8
138	22,9	2,4

2.5.5 Distancia de seguridad del conductor al soporte.

Según el manual de líneas de transmisión de alta tensión (REA) para un nivel de tensión de 138 kV debemos cumplir una distancia mínima de seguridad del conductor al soporte igual a 0,77 metros, tal como se muestra en la TABLA N° 2.19.

TABLA N° 2.19: Distancia de seguridad mínima del conductor al soporte

Condición	Distancia de Seguridad del conductor al soporte "do" (m)	Ángulo Oscilación "Ø" (°C)
Con viento	0,77	20°

Para determinar la distancia mínima a la cual podremos colocar el conductor debemos considerar su ángulo de oscilación para lo cual aplicamos la fórmula 2.35.

Este ángulo de oscilación está referido a la máxima oscilación del conductor en el cuello muerto de las estructuras de ángulo grande y de anclaje. En la figura 2.3 se muestra este efecto de oscilación del cuello muerto.

$$ds = Lm * \text{Sen } \emptyset \quad (2.35)$$

Donde:

Lm Longitud del cuello muerto

\emptyset Ángulo de oscilación

Reemplazando valores en la fórmula 2.35 se tiene:

$$ds = 1,5 \text{ m}$$

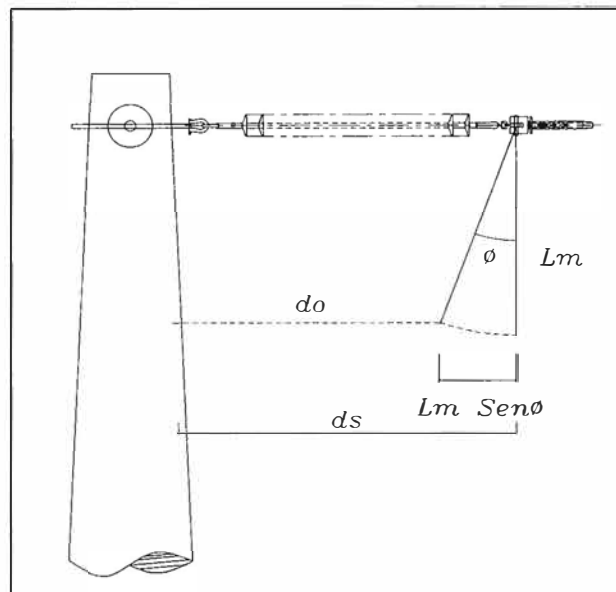


Fig. 2.3: Distancia mínima del conductor al soporte

2.5.6 Distancia vertical y horizontal del conductor a edificaciones.

Según el Artículo 234 del CNE Suministro, la distancia de seguridad vertical y horizontal del conductor a edificaciones está dada por la TABLA N° 2.20 y la TABLA N° 2.21. En la figura 2.4 se ilustra estas distancias de seguridad. A medio vano se verificará la distancia vertical en la condición de máxima flecha y la distancia horizontal considerando el desplazamiento del conductor por acción del viento.

TABLA N° 2.20: Distancia vertical del conductor a edificaciones.

Máxima tensión de Operación:	145 kV
Distancia de seguridad para 23kV:	4 m
Factor de corrección por nivel de tensión:	10 mm/kV
Distancia adicional por factor de corrección:	1,22 m
Distancia de seguridad para 138kV:	5,22 m

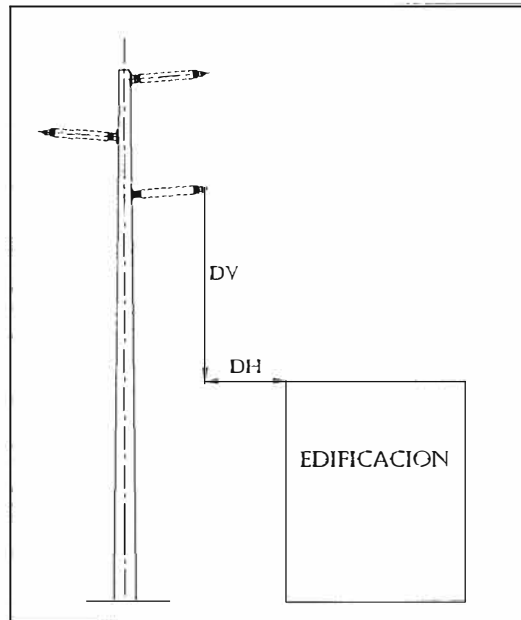


Fig. 2.4: Distancia de seguridad a una edificación

TABLA N° 2.21: Distancia horizontal del conductor a edificaciones.

Máxima tensión de Operación:	145 kV
Distancia de seguridad para 23kV:	2,5 m
Factor de corrección por nivel de tensión:	10 mm/kV
Distancia adicional por factor de corrección:	1,22 m
Distancia de seguridad para 138kV:	3,72 m
Desplazamiento del conductor por acción del viento	1,2 m

2.5.7 Distancia horizontal y vertical entre conductores a mitad de vano

Los conductores bajo tensión deben estar a una cierta distancia de los otros conductores del mismo vano de tal manera que no sea probable el choque o un acercamiento entre ellos que produzca una descarga.

Para determinar la distancia mínima entre fases a mitad del vano se utilizara la Norma VDE mediante la fórmula 2.36. Dicha fórmula será aplicada para 2 condiciones de acuerdo a la ubicación de los conductores (vertical y triangular).

$$D = k\sqrt{F + L_c} + Fa * SAM \quad (2.36)$$

Donde:

k : 0,75 para espaciamiento vertical.

k : 0,65 para espaciamiento Triangular.

F : Flecha máxima en metros.

L_c : Longitud de la cadena de aisladores oscilante, perpendicular a la dirección de la línea (m). Como en el presente proyecto se está utilizando solamente aisladores rígidos este valor es igual a cero.

SAM : Valor mínimo de la distancia en función de la tensión, según la tabla 16 de la norma VDE 0210/12.85.

Fa : Factor de corrección por altitud (m). Como el proyecto se encuentra a menos de 1000 msnm este factor es igual a 1

En la TABLA N° 2.22 se presentan los datos para el cálculo de la distancia vertical entre conductores a mitad de vano para todas las estructuras consideradas en el proyecto.

En la TABLA N° 2.23 se presentan los datos para el cálculo de la distancia horizontal entre conductores a mitad de vano para todas las estructuras consideradas en el proyecto. Para los armados que tienen una configuración vertical (S5, S15, A60, A90) no se analiza la distancia horizontal entre conductores.

TABLA N° 2.22: Datos para el cálculo de la distancia vertical entre conductores a mitad de vano

	S5	S5A	S15	S15A	A60	A90
K	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
F(m)	3,50	5,60	3,50	4,00	4,60	4,60
L(m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
SAM(m)	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Fa	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

TABLA N° 2.23: Datos para el cálculo de la distancia horizontal entre conductores a mitad de vano

	S5	S5A	S15	S15A	A60	A90
K	-	0,65	-	0,65	-	-
F(m)	-	5,60	-	4,00	-	-
L(m)	-	0,00	-	0,00	-	-
SAM(m)	-	0,92	-	0,92	-	-
Fa	-	1,00	-	1,00	-	-

En la TABLA N°2.24 se presentan los resultados de las distancias horizontal y vertical mínima a mitad de vano para todas las configuraciones de estructuras que serán utilizadas en el proyecto.

TABLA N° 2.24: Distancia horizontal y vertical mínima a mitad de vano.

	S5	S5A	S15	S15A	A60	A90
DV(m)	2,32	2,69	2,32	2,42	2,53	2,53
DH(m)	-	2,46	-	2,22	-	-

2.5.8 Uso de Software para la Distribución de Estructuras

La distribución de estructuras se ha realizado con ayuda del software DLTCAD para lo cual se ha verificado el cumplimiento de los siguientes aspectos:

- Distancia de seguridad del conductor al terreno.
- Tiro máximo en el conductor y
- Prestaciones mecánicas de soportes.

En el proceso de la distribución de estructuras, el software desarrolla el cálculo exacto de las catenarias de acuerdo a la ubicación de cada estructura. Así mismo el modelo de cálculo de las flechas incluye el cálculo del EDS Final para cada vano partiendo del EDS Inicial.

En el ANEXO I, se presentan los planos de perfil donde se puede observar la distribución de estructuras realizado con el software DLTCAD.

2.6 Uso de amortiguadores

2.6.1 Vibración eólica

La fuerza del viento sobre el conductor tendido puede provocar vibraciones en estos, las cuales pueden tener efectos mecánicos considerables.

El tipo de vibración que puede ocurrir en la zona del proyecto es la oscilación de alta frecuencia, el cual es producido cuando un viento moderado golpea el conductor en dirección horizontal provocando un vórtice en el lado contrario al choque. La posición y sentido del vórtice son muy inestables y debido a las perturbaciones naturales del viento cambian de arriba abajo alternadamente así como su sentido de giro, lo cual produce fuerzas alternas sobre el conductor es decir una vibración mecánica.

En los puntos en que el conductor está soportado por los aisladores la curvatura en que se flexa el conductor es más pronunciada.

Si las amplitudes de estas vibraciones son considerablemente altas las hebras del conductor se calientan, fatigan y eventualmente se cortan.

Además de producirse daños en las hebras de los conductores se produce fatiga en las ferreterías que soportan los conductores.

2.6.2 Amortiguador Helicoidal

Para reducir la amplitud de las vibraciones producidas por efecto eólico del conductor se ha previsto el uso de amortiguador Helicoidal tipo Cloruro de Polivinilo (PVC). Estos amortiguadores están formados por dos hélices, la más pequeña está diseñada para sujetarse por compresión al conductor y la hélice mayor está diseñada para la amortiguación.

El amortiguador helicoidal actúa directamente sobre el cable, al cual se traba con un espiral de algo más de dos espiras y a continuación otro tramo, también en espiral,

que enrosca sobre el cable pero con un núcleo suficientemente amplio como para permitir la libre oscilación. El principio amortiguador se logra por el golpeteo de las sucesivas espiras de diámetro amplio sobre el cable, a raíz de que el sector de traba vibra conjuntamente con el conductor.

En la TABLA N° 2.25 se muestra el número y la ubicación de los amortiguadores para un cierto rango de vano.

TABLA N° 2.25: Nuero de amortiguadores para un rango de vanos.

Vano (m)	N° Amort./Vano	Dist. Fijación(m)
<120 - 360>	2	1,1

2.7 Puesta a tierra

La puesta a tierra viene a ser un conjunto de elementos que permite un contacto eléctrico entre el terreno y las estructuras, equipos etc.

Los objetivos fundamentales de una puesta a tierra son los siguientes:

- Evitar voltajes peligrosos entre estructuras, equipos (en general elementos expuestos) y el terreno.
- Posibilitar la detección de defectos a tierra y asegurar la actuación y coordinación de las protecciones, eliminando o disminuyendo, así, el riesgo que supone una avería para el material utilizado y las personas.
- Limitar las sobretensiones internas (de maniobra, transitorias, y temporales) que puedan aparecer en la red eléctrica.
- Evitar las tensiones de frente escarpado originadas por la descarga de los rayos.

La finalidad de la puesta a tierra en el sistema eléctrico es lo siguiente:

- Dar seguridad a las personas.
- Proteger las instalaciones.
- Mejorar la calidad de servicio y
- Establecimiento y permanencia de un potencial de referencia.

2.7.1 Medidas para determinar la resistividad del suelo

El objeto de las mediciones de resistividad es conocer las resistividades y espesores (o profundidades) de los diferentes estratos hasta una profundidad adecuada.

Para medir la resistividad del suelo se ha aplicado el método de Wenner, el cual utiliza una disposición de 4 electrodos de sondeos, los cuales son clavados en el suelo en línea recta a una misma profundidad y equidistantes entre ellos.

El principio básico de este método es la inyección de una corriente directa o de baja frecuencia a través de la tierra entre dos electrodos C1 y C2 mientras que el

potencial que aparece se mide entre otros dos electrodos P1 y P2. La razón V/I es conocida como la resistencia aparente. La resistividad aparente del terreno es una función de esta resistencia y de la geometría del electrodo.

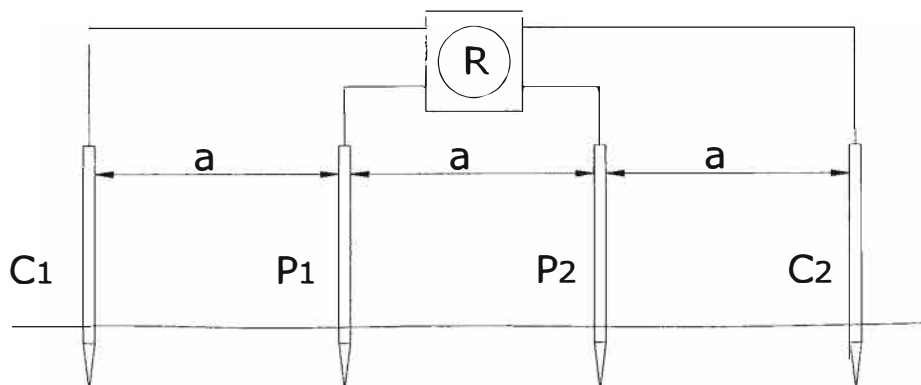


Fig. 2.5: Configuración de electrodos (método Wenner)

Para realizar la medición de la resistividad del suelo se ha utilizado un telurómetro digital con una separación entre electrodos de 1, 2, 4, 8, y 12 metros con lo cual se ha obtenido los valores de resistividad aparente los cuales son presentados en la TABLA N° 2.26.

TABLA N° 2.26: Resistividad aparente del suelo

N° de Estructura	Datos de Campo – Método de Wener				
	Resistividad Aparente (Ohm-m)				
	1	2	4	8	12
E1-E5	392,07	502,65	565,49	1432,57	2231,79
E6	185,35	129,43	185,98	226,19	301,59
E7-E18	291,54	1866,11	495,12	573,03	2872,67
E19-E26	3820,18	10807,08	1306,90	12817,70	16135,22
E27-E32	1884,96	970,12	972,64	402,12	3950,87
E33 -E43	219,91	217,40	246,30	238,76	188,50

De la Figura 2.6 a la Figura 2.11 se presentan los gráficos en escala logarítmica de la resistividad aparente en ohm-m en función de la distancia "a" (separación entre electrodos) en metros, de los cuales se puede concluir que el tipo de terreno no es homogéneo, por lo que se utilizará un método gráfico para obtener la caracterización del suelo estratificado.

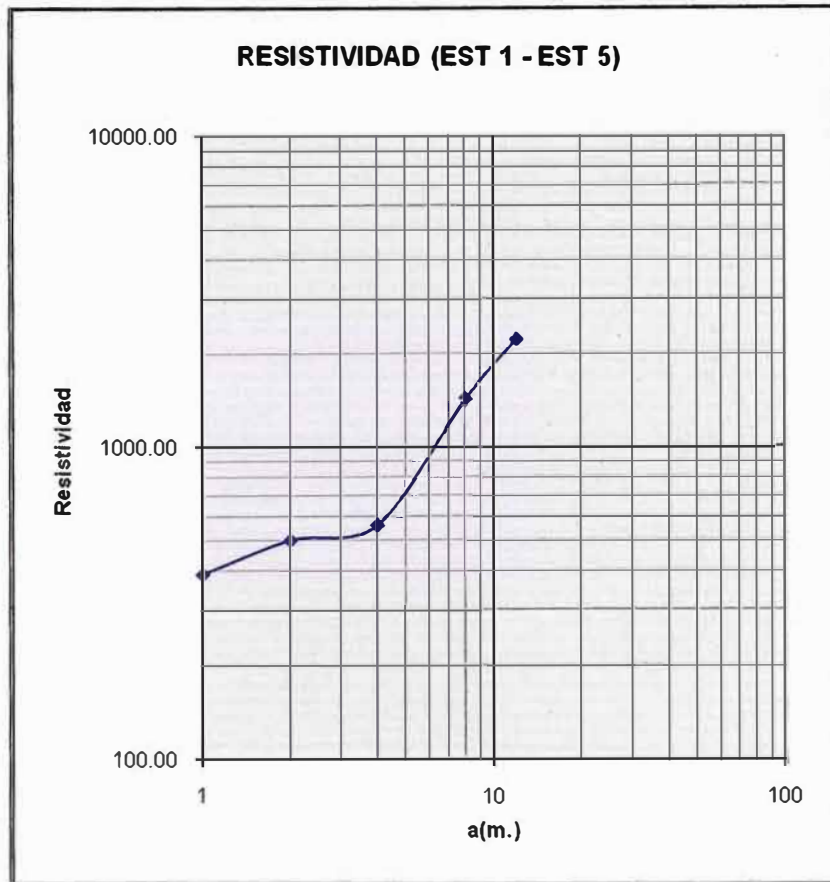


Fig. 2.6: Resistividad del suelo de la estructura 1 a la 5

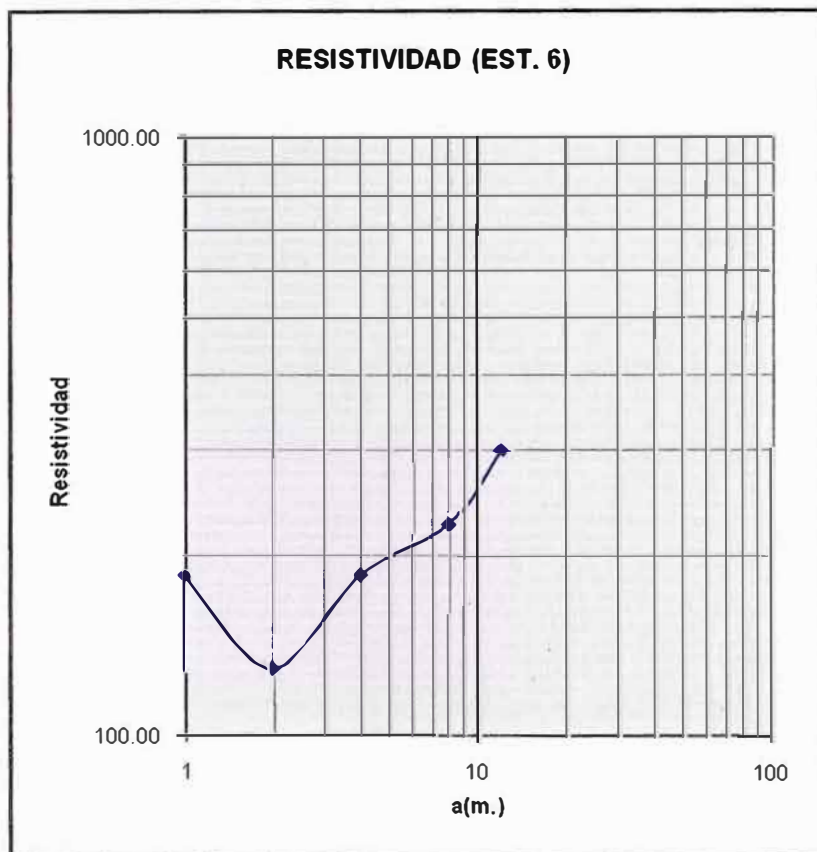


Fig. 2.7: Resistividad del suelo de la estructura 6

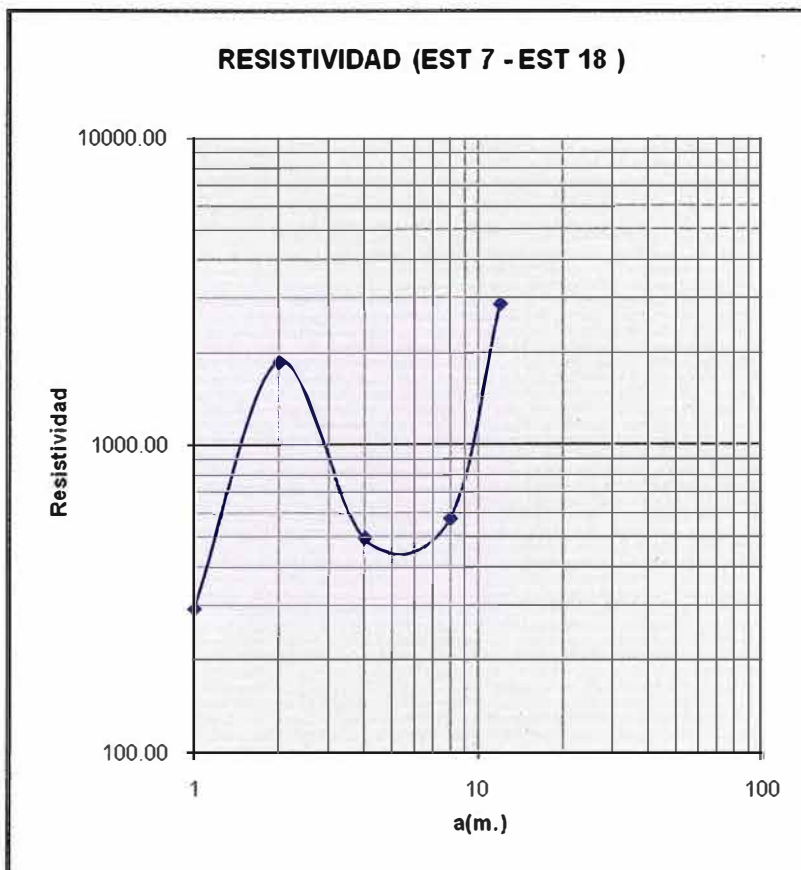


Fig. 2.8: Resistividad del suelo de la estructura 7 a la 18

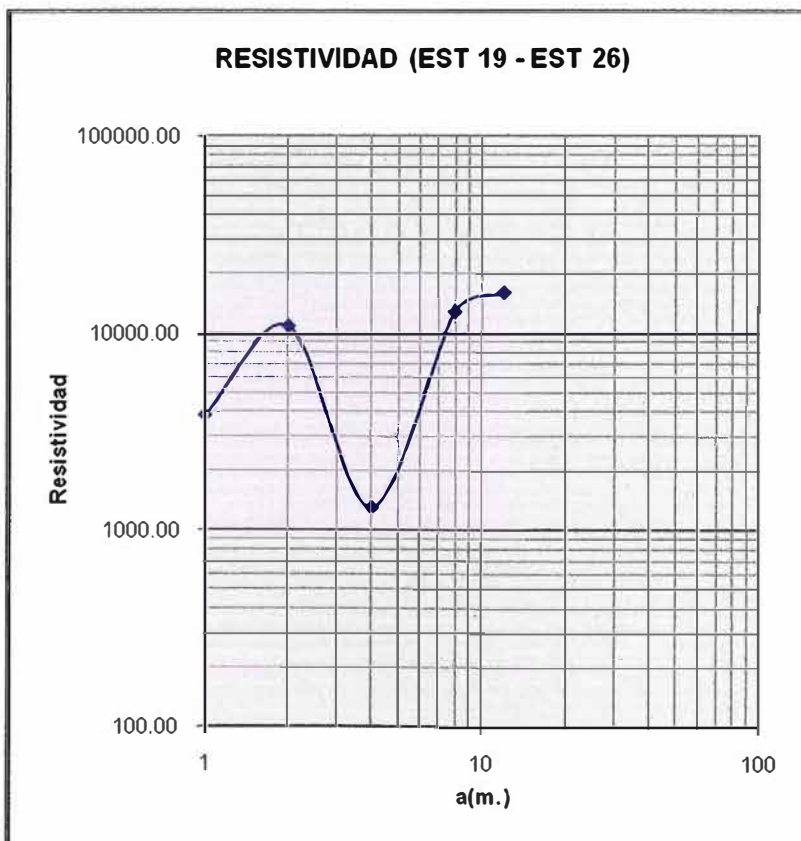


Fig. 2.9: Resistividad del suelo de la estructura 19 a la 26

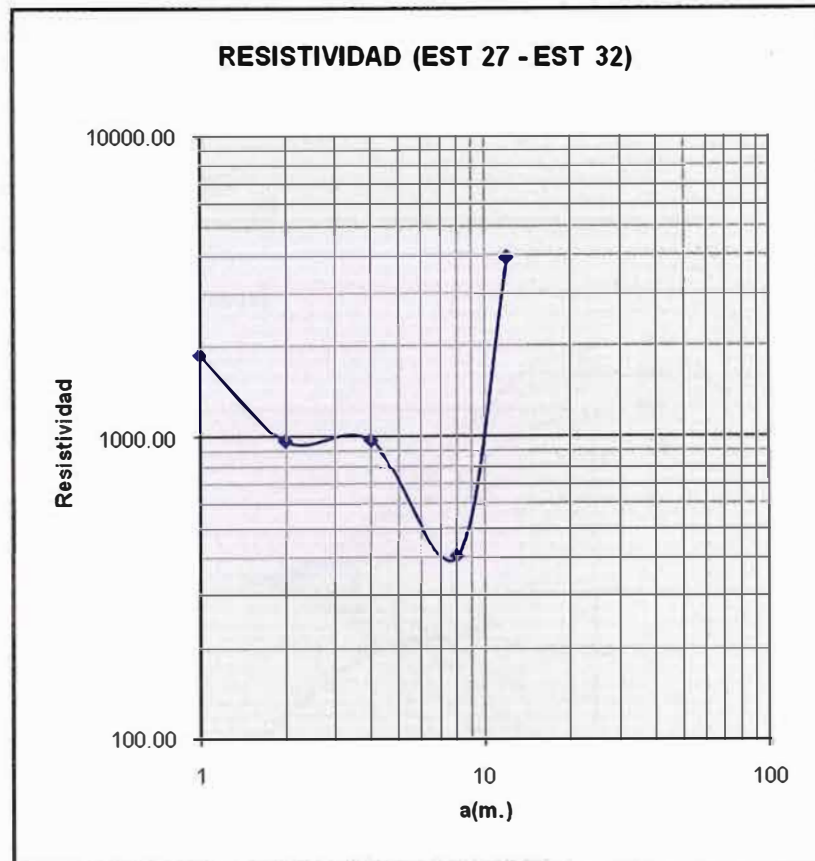


Fig. 2.10: Resistividad del suelo de la estructura 27 a la 32

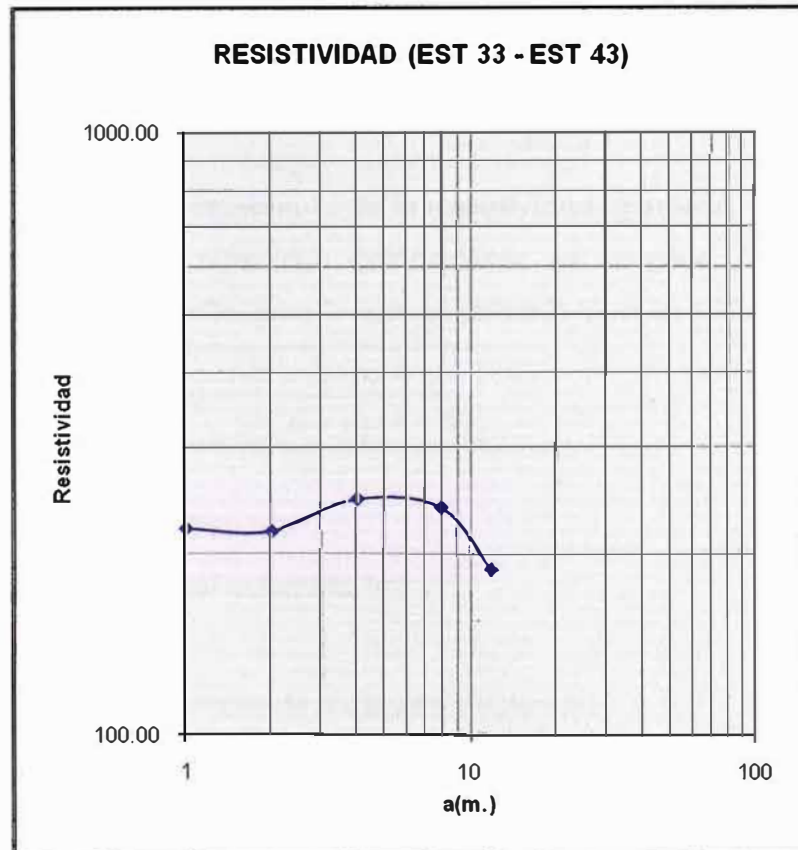


Fig. 2.11: Resistividad del suelo de la estructura 33 a la 43

2.7.2 Procesamiento de la resistividad aparente

Con las medidas de la resistividad aparente se procede a obtener la caracterización del suelo estratificado por el método gráfico utilizando la curva patrón estándar de un suelo de 2 estratos.

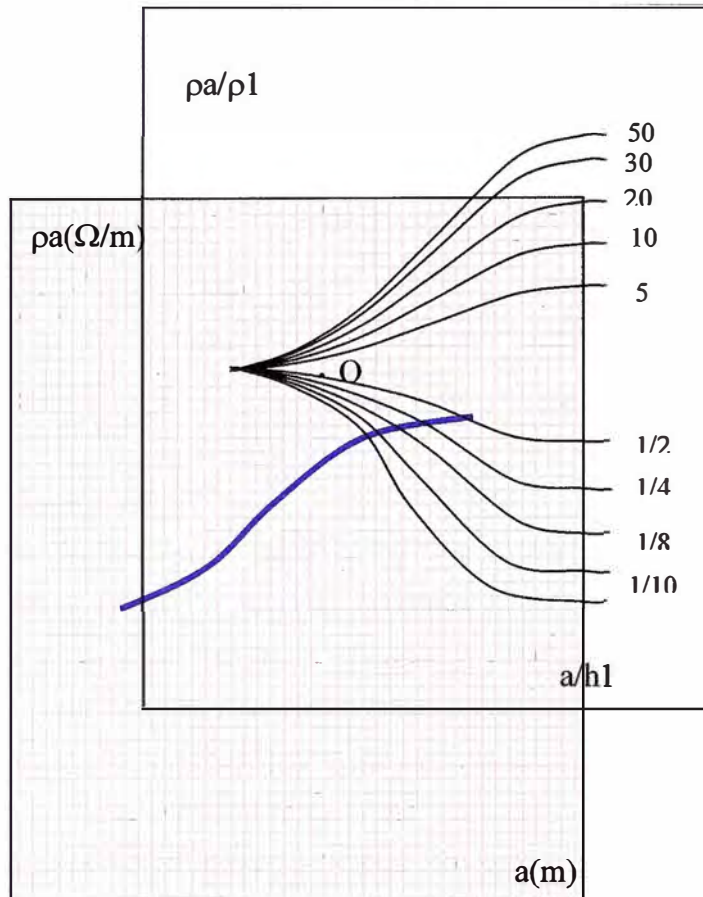


Fig. 2.12: Procesamiento de la resistividad aparente.

Con las resistividades obtenidas gráficamente se procede a determinar la resistividad equivalente para diseño, para lo cual se utiliza la fórmula 2.37.

$$\rho_{eq} = \frac{\rho_1 \rho_2 \ell}{\rho_2 h + \rho_1 (\ell - h)} \quad (2.37)$$

Donde:

ρ_{eq} : Resistividad equivalente (Ohm-m)

ℓ : Longitud del electrodo vertical enterrado (m)

h : espesor del estrato (ρ_1) (m)

ρ_1 : Resistividad del estrato superficial de espesor h (Ohm-m)

ρ_2 : Resistividad del estrato subyacente (Ohm-m)

Aplicando la fórmula 2.37 se obtiene la resistividad equivalente cuyo resultado se presenta en la TABLA N° 2.27.

TABLA N° 2.27: Resistividad equivalente.

Procesamiento - (Método Gráfico)					
N° de Estructura	ρ	h1	ρ_2/ρ_1	ρ_2	$\rho_{eq.}$
	($\Omega\text{-m}$)	(m)	cte.	($\Omega\text{-m}$)	($\Omega\text{-m}$)
E1-E5	380,00	1,10	2,00	760,00	521,14
E6	100,00	1,30	6,00	600,00	161,80
E7-E18	270,00	0,95	2,50	675,00	423,53
E19-E26	1700,00	0,90	2,50	4250,00	2720,00
E27-E32	1900,00	1,20	0,17	316,67	542,86
E33 -E43	222,17	10,00	1,00	222,17	222,17

2.7.3 Diseño de puesta a tierra

En el diseño de Puesta a tierra se ha mantenido las configuraciones típicas establecidas en el estudio definitivo y los rangos de aplicación para cada configuración se han establecido en base a la resistividad máxima admisible para lograr resistencias menores a 20 ohm, según se describe en párrafos siguientes.

La configuración de los distintos tipos de puesta a tierra está conformada por electrodos verticales y contrapesos horizontales. El aumento del número de electrodos verticales o la longitud del contrapeso horizontal obedece a los métodos de reducción de la resistencia de puesta a tierra.

En la TABLA N° 2.28 se presentan los tipos de puesta a tierra del proyecto con sus respectivos rangos de resistividades.

TABLA N° 2.28: Tipos de puesta a tierra.

Tipo	Configuración	Rango de uso
PAT-A1	2 Electrodo enterrados verticalmente.	$0 < \text{Resistividad} < 248 \Omega/\text{m}$
PAT-A2	4 Electrodo enterrados verticalmente + 2 contrapeso horizontal de 5m de longitud.	$249 \Omega/\text{m} < \text{Resistividad} < 928 \Omega/\text{m}$
PAT-A3	4 Electrodo enterrados verticalmente + 2 contrapeso horizontal de 30m de longitud.	$929 \Omega/\text{m} < \text{Resistividad} < 2772 \Omega/\text{m}$

2.7.4 Modelos matemáticos para el cálculo de la resistencia de puesta a tierra

En el estudio definitivo como valor tope se ha definido que la resistencia de puesta a tierra deberá ser igual a 20 Ohm. Para lo cual se deberá tratar el suelo circundante al electrodo con el compuesto de suelo artificial FAVIGEL.

Para calcular la resistencia de puesta a tierra de las distintas configuraciones consideradas en el proyecto se ha utilizado los modelos matemáticos proporcionados por el fabricante de FAVIGEL, así como las copias del curso “Técnicas de aterramiento eléctrico” del Ing. Justo Yanque el cual se basa en las normas IEEE-80.

A continuación se describe la formulación empleada para el cálculo de la resistencia de puesta a tierra de cada una de las configuraciones consideradas en el proyecto. Los detalles de diseño de las puestas a tierra se encuentran en las “laminas de detalle” del ANEXO H.

a) Resistencia de puesta a tierra de una varilla enterrada verticalmente considerando el suelo tratado con el compuesto de suelo artificial favigel.

En la figura 2.13 se muestra un electrodo enterrado verticalmente para el cual determinaremos su resistencia de puesta a tierra.

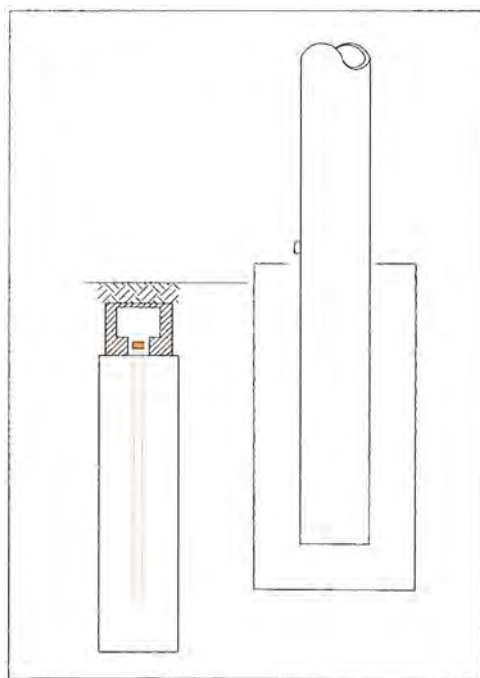


Fig. 2.13: Electrodo enterrado verticalmente.

Para determinar la resistencia de puesta a tierra de este tipo de configuración se ha utilizado la fórmula 2.38, la cual ha sido proporcionada por el fabricante del compuesto FAVIGEL.

$$R_1 = \frac{\rho}{2 \times \pi \times l} \times Ln \cdot \left(\frac{8 \times l}{d} \right) \times \left(1 - 0,5 \times (\rho - \rho_{SA})^F \right) \quad (2.38)$$

Donde:

ρ	=	-	(Ohms-m)	Resistividad del suelo en zona
l	=	2,4	(m)	Longitud de la varilla
d	=	0,016	(m)	Diámetro del electrodo vertical
ρ_{SA}	=	0,5	(Ohms-m)	Resistividad del Suelo Artificial - Según Fabricante
F	=	0,060	s/u	Factor exponencial - Según Fabricante

**b) Resistencia de Puesta a Tierra de una Varilla Enterrada Horizontalmente
Considerando el Suelo Tratado con el Compuesto de Suelo Artificial Favigel.**

En la figura 2.14 se muestra un electrodo enterrado horizontalmente para el cual determinaremos su resistencia de puesta a tierra.

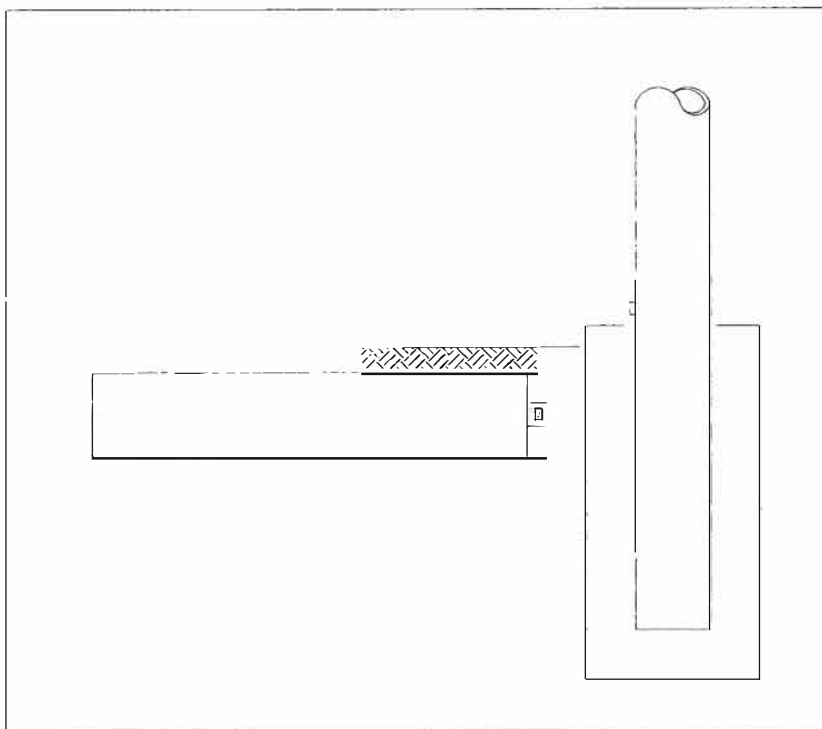


Fig. 2.14: Electrodo enterrado horizontalmente.

Para determinar la resistencia de este tipo de configuración se ha utilizado la fórmula 2.39, la cual ha sido proporcionada por el fabricante del compuesto FAVIGEL.

$$R_2 = \frac{\rho}{\pi \times lc} \times \left(\ln \cdot \left(\frac{2 \times lc}{\sqrt{d \times h}} \right) - 1 \right) \times \left(1 - 0,5 \times (\rho - \rho_{SA})^F \right) \quad (2.39)$$

Donde:

ρ	=	-	(Ohms-m)	Resistividad del suelo en zona
lc	=	-	(m)	Longitud de contrapeso según requerimiento
d	=	0,0077	(m)	Diámetro del conductor tipo cable
h	=	0,35	(m)	Profundidad de enterramiento del cable
ρ_{SA}	=	0,50	(Ohms-m)	Resistividad del Suelo Artificial - Según Fabricante

F = 0,06 s/u Factor exponencial - Según Fabricante

c) Resistencia de Puesta a Tierra de un Electrodo Vertical con su Contrapeso.

En la figura 2.15 se muestra un electrodo vertical con su contrapeso vertical para el cual determinaremos su resistencia de puesta a tierra.

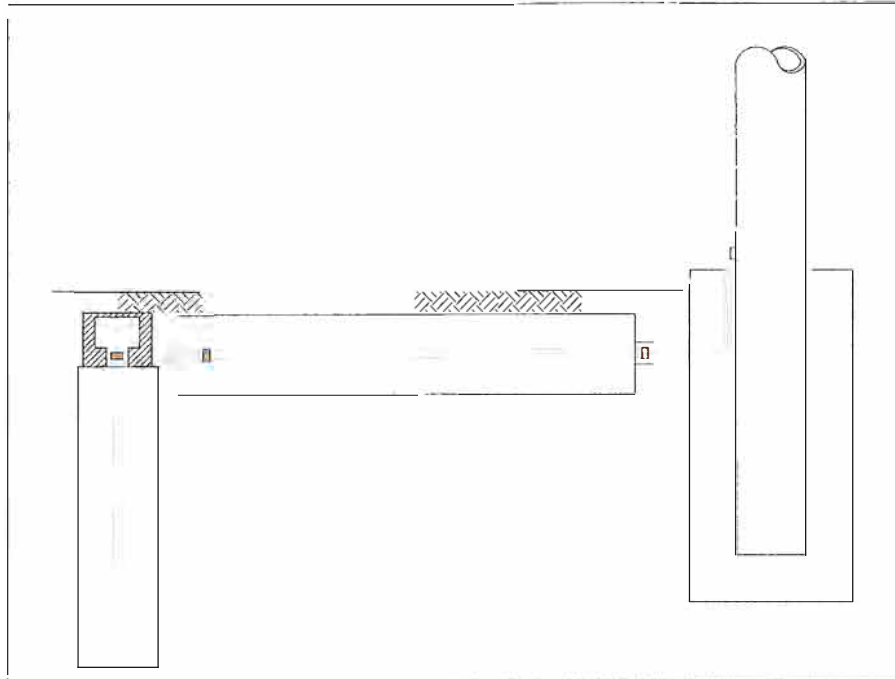


Fig. 2.15: Electrodo vertical con su contrapeso.

Para determinar la resistencia de puesta tierra de un electrodo vertical con su contrapeso horizontal se aplica la fórmula 2.40, donde se está considerando el factor de acoplamiento de electrodos mixtos:

$$R_{vh} = (n) \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (2.40)$$

Donde:

R_{vh} : Resistencia de puesta a tierra de 1 electrodo vertical con su contrapeso

n : factor de acoplamiento.

R_1 : Resistencia de puesta a tierra de 1 electrodo vertical.

R_2 : Resistencia de puesta a tierra de 1 electrodo horizontal.

d) Resistencia de Puesta a Tierra de 2 Electrodo Verticales con 2 Contrapesos Horizontales.

En la figura 2.16 se muestra la configuración de 2 electrodos verticales, cada uno con su respectivo contrapeso horizontal para el cual determinaremos su resistencia de puesta a tierra.

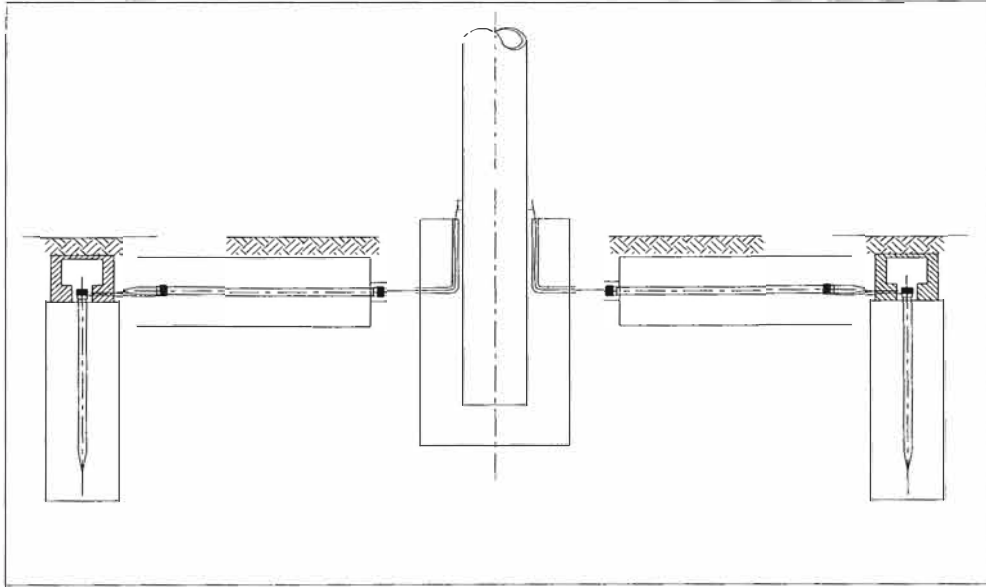


Fig. 2.16: Par de electrodos verticales con su respectivo contrapeso.

La resistencia de puesta a tierra de esta configuración está dada por la fórmula 2.41.

$$R_{2vh} = (n) \frac{R_{vh} R_{vh}}{R_{vh} + R_{vh}} \quad (2.41)$$

Donde:

n : factor de acoplamiento

R_{vh} : Resistencia de puesta a tierra de 1 electrodo vertical con su contrapeso.

e) Resistencia de Puesta a Tierra de las Configuraciones Consideradas en el Proyecto

De los modelos matemáticos descritos anteriormente se puede obtener la resistencia de puesta a tierra de las distintas configuraciones consideradas en el proyecto los cuales son PAT-A1, PAT-A2 y PAT-A3.

Estas configuraciones obedecen al requerimiento de obtener una resistencia menor a 20 ohm.

➤ Resistencia de Puesta a Tierra Tipo "PAT-A1"

Esta configuración consiste en 2 electrodos verticales paralelos separados por una distancia de 3 metros. En la figura 2.17 se muestra este tipo de configuración.

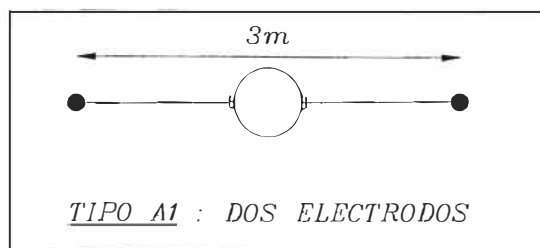


Fig. 2.17: Configuración de puesta a tierra tipo PAT-A1.

Para considerar el efecto de la resistencia mutua se determina el coeficiente de amortiguación “ α ” la cual está determinada por la fórmula 2.42.

$$\alpha = \frac{l}{e \times \ln\left(\frac{4 \times l}{d}\right)} \quad (2.42)$$

Con lo cual se determina la Resistencia de puesta tierra tipo PAT – A1 aplicando la fórmula 2.43.

$$R(PAT - A1) = R_1 \times \left(\frac{1 + \alpha}{2}\right) \quad (2.43)$$

Donde:

$d =$	0,016	(m)	Diámetro del electrodo vertical.
$e =$	3,0	(m)	Distancia entre electrodos.
$\alpha =$	0,12506	s/u	Coficiente de Amortiguación.
$l =$	2,4	(m)	Longitud de la varilla.

➤ **Resistencia de Puesta a Tierra Tipo “PAT-A2” y TIPO “PAT-A3”.**

Ambas configuraciones están representadas por 4 electrodos verticales con 2 contrapesos horizontales, diferenciándose únicamente en la longitud del contrapeso horizontal.

Para la puesta a tierra tipo PAT-A2 la longitud del contrapeso es igual a 5 metros mientras que para la puesta a tierra tipo PAT – A3 la longitud del contrapeso es igual a 30 metros.

Para determinar la resistencia de puesta a tierra PAT-A2 y PAT-A3 aplicamos la fórmula 2.44.

$$R(PAT - A2) \text{ y } R(PAT - A3) = \frac{R(PAT - A1) * R2vh}{R(PAT - A1) + R2vh} \quad (2.44)$$

En la figura 2.18 se muestra la configuración de ambas puestas a tierra.

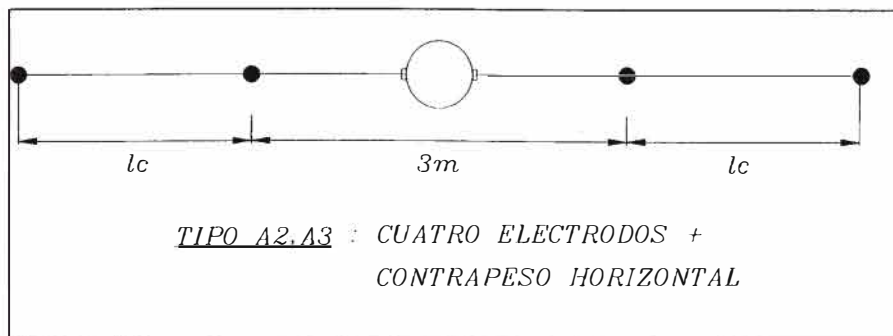


Fig. 2.18: Configuración de puesta a tierra tipo PAT-A2 y PAT-A3.

Aplicando las fórmulas antes mencionadas se ha determinado el tipo de puesta a tierra que le corresponde a cada uno de los armados de la Línea de Transmisión cuyos resultados se muestran en la TABLA N° 2.29.

TABLA N° 2.29: Tipo de puesta para cada estructura del proyecto.

N° de Estruct.	2 Elect. verticales		4 Elect. Verticales + 2 contrapeso				Resumen
	R-1 Elect. Vert-Suelo Artificial.	PAT-A1	l (*)	R Cont. - Suelo Artif.	R-2 Elect vert+2 Contrap.	PAT-A2 y PAT A3	Tipo de PAT
	(Ω)	(Ω)	(m)	(Ω)	(Ω)	(Ω)	Escogido
E1-E5	66,72	37,53	5,0	36,79	18,50	12,39	PAT-A2
E6	24,47	13,77					PAT-A1
E7-E18	56,01	31,51	5,0	30,89	15,53	10,40	PAT-A2
E19-E26	251,17	141,29	30,0	33,24	22,90	19,70	PAT-A3
E27-E32	69,04	38,84	5,00	38,07	19,14	12,82	PAT-A2
E33 -E43	32,24	18,14					PAT-A1

CAPITULO III

METRADOS

3.1 Suministro de materiales

En la distribución de estructuras se ha obtenido un total de 43 estructuras, 23 poste metálicos y 20 postes de madera.

Los postes metálicos serán importados de México de la empresa Tubos y Postes S.A.

Para los postes metálicos se ha previsto un diseño de tal manera que se utilice la menor cantidad de accesorios.

En total se ha obtenido un total de 18 km de longitud de conductor AAAC-240 mm² (longitud total de catenaria), La empresa proveedora de dicho conductor será Pheps Dodge.

Con respecto a los Aisladores poliméricos de suspensión se ha obtenido un total de 66 unidades, mientras que el Aislador Rígido tipo Line Post se ha obtenido un total de 129 unidades, ambos aisladores serán comprados de la empresa Isoelectric S.R.L. En la TABLA N° 3.1 se presenta el metrado del suministro de materiales.

3.2 Montaje electromecánico

El montaje electromecánico comprende el izaje de los postes metálicos y de los postes de madera, el tendido y flechado del conductor principal y del cable de comunicaciones, el ensamble de los aisladores, y la instalación de las puestas a tierra y los amortiguadores. En la TABLA N° 3.2 se presenta el metrado del montaje electromecánico.

3.3 Obras civiles

Las Obras civiles se iniciaron con el trazo y replanteo de la ruta, donde se tuvo que hacer un pequeño desbroce de arboles para poder ejecutar los trabajos de topografía, con respecto a las oficinas y almacenes se deberán ubicar en las cercanías del proyecto y deberán contar con guardianía permanente.

Dado a que el proyecto se encuentra principalmente en zona urbana no se requiere hacer muchos caminos de acceso salvo donde la línea cruza terrenos de cultivo. En la TABLA N° 3.2 se presenta el metrado de las obras civiles.

TABLA N° 3.1: Metrado del suministro de materiales.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	METRADO
			CANT.
1,00	ESTRUCTURA METÁLICA AUTOSOPORTADA		
1,01	Poste metálico tipo A90 de 24m	u	2
1,02	Poste metálico tipo A90 de 21m	u	7
1,03	Poste metálico tipo S5A de 21m	u	5
1,04	Poste metálico tipo S15A de 21m	u	1
1,05	Poste metálico tipo A60 de 21m	u	2
1,06	Poste metálico tipo S5 de 21m	u	4
1,07	Poste metálico tipo S15 de 21m	u	2
2,00	ESTRUCTURA DE MADERA		
2,01	Poste de madera de 70 pies, clase 1 - grupo D	u	20
3,00	ACCESORIO DE POSTE DE MADERA		
3,01	Arandela cuadrada curva de A° G°, 76 x 76 x 6 mm, agujero de 21 mm ø	u	140
3,02	Perno maquinado de A°G° de 18 mm ø x 508 mm, provisto de tuerca y contratuerca	u	120
3,03	Perno ojo de A°G° de 16" x 3/4" mm de diámetro, con tuerca y contratuerca	u	20
3,04	Placa de numeración y señalización por estructura (para poste de madera)	u	20
3,05	Placa de seguridad para poste de madera (uno por estructura)	u	20
3,06	Dispositivo anti escalamiento (para poste de madera)	u	20
3,07	Base para aislador rígido y poste de madera de A°G° (para poste de madera)	u	60
4,00	AISLADORES Y ACCESORIOS		
4,01	Aislador polimérico tipo suspensión - anclaje, para 138 kV., (6500 mm de línea de fuga)	u	66
4,02	Aislador horizontal rígido tipo line post con accesorios de fijación, (6150 mm de línea de fuga)	u	129
4,03	Adaptador anillo – bola de acero dúctil, tiro de rotura igual a 82 kN	u	66
4,04	Grillete de sujeción de acero dúctil, tiro de rotura igual a 80 kN	u	195
4,05	Adaptador casquillo - ojo alargado de acero dúctil, tiro de rotura igual a 72 kN	u	66
4,06	Grapa de anclaje tipo pistola con cinco pernos para aislador polimérico, tiro de rotura igual a 110 kN	u	66
4,07	Grapa de suspensión para conductor de 240 mm ² y para aislador rígido	u	129

5,00	CONDUCTOR PRINCIPAL Y ACCESORIOS		
5,01	Conductor de aleación de aluminio de 240 mm ²	Km	18,0
5,02	Varilla de armar de aleación de aluminio para conductor de 240 mm ² AAAC	u	129
5,03	Cinta plana de armar de aluminio recocido	u	66
5,04	Amortiguador helicoidal tipo cloruro de polivinilo sólido para conductor de 240mm ²	u	198
5,05	Manguito de empalme	u	6
5,06	Manguito de reparación	u	6
5,07	Conector doble vía para conductor de 240mm ²	u	6
6,00	CABLE DE COMUNICACIONES Y ACCESORIOS		
6,01	Conductor de fibra óptica tipo ADSS	Km	6,0
6,02	Varilla preformada de retención	u	22
6,03	Dedal de vis	u	22
6,04	Eslabón de extensión	u	22
6,05	Varilla de blindaje	u	54
6,06	Varilla exterior	u	32
6,07	Grapa de suspensión para cable tipo ADSS	u	32
6,08	Grillete	u	32
7,00	PUESTA A TIERRA Y ACCESORIOS		
7,01	Conductor copperweld N° 2 AWG	Km	1,37
7,02	Conector de bronce tipo AB, para varilla de 5/8" de diámetro y cable 2 AWG	u	160
7,03	Conector de bronce de vías paralelas para conductor de 2 AWG	u	38
7,04	Conector de cobre tipo perno partido para conductor de 35 mm ²	u	40
7,05	Electrodo de copperweld de 5/8" de diámetro x 2,40 m. de long.	u	152
7,06	Fleje de acero inoxidable de 3/4"	Rollo	7
7,07	Hebilla de acero inoxidable para fleje de 3/4"	u	100
7,08	Grapa en "U" de acero	u	400
7,09	Plancha de cobre tipo J	u	60
7,10	Tubo de PVC SAP de 3/4" Ø x 2m	u	68
7,11	Tubo de acero de 3/4" Ø x 3,2m (para poste de madera)	u	20

TABLA N° 3.2: Metrado del montaje electromecánico.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID	METRAD O
			CANT.
1,00	ESTRUCTURA METÁLICA AUTOSOPORTADA		
1,01	Poste metálico tipo A90 de 24m	u	2
1,02	Poste metálico tipo A90 de 21m	u	7
1,03	Poste metálico tipo S5A de 21m	u	5
1,04	Poste metálico tipo S15A de 21m	u	1
1,05	Poste metálico tipo A60 de 21m	u	2
1,06	Poste metálico tipo S5 de 21m	u	4
1,07	Poste metálico tipo S15 de 21m	u	2
2,00	ESTRUCTURA DE MADERA		
2,01	Izaje de poste de madera de 70 pies, clase 1 - grupo D (Inc. Nivelación, compactación y limpieza)	u	20
3,00	MONTAJE DE AISLADORES		
3,01	Aislador polimérico tipo suspensión - anclaje, para 138 kv	u	66
3,02	Aislador horizontal rígido tipo line post con accesorios de fijación	u	129
4,00	CONDUCTOR PRINCIPAL Y ACCESORIOS		
4,01	Conductor de aleación de aluminio de 240 mm ² , (tendido y flechado)	u	18,0
4,02	Amortiguador helicoidal tipo cloruro de polivinilo sólido para conductor de 240 mm ² (montaje)	u	198
5,00	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA		
5,01	Excavación e instalación de puesta a tierra tipo PAT-A1 para poste metálico	u	11
5,02	Excavación e instalación de puesta a tierra tipo PAT-A 2 para poste metálico	u	10
5,03	Excavación e instalación de puesta a tierra tipo PAT-A 3 para poste metálico	u	3
5,04	Excavación e instalación de puesta a tierra tipo PAT-A 1 para poste de madera	u	1
5,05	Excavación e instalación de puesta a tierra tipo PAT-A 2 para poste de madera	u	14
5,06	Excavación e instalación de puesta a tierra tipo PAT-A 3 para poste de madera	u	5

TABLA N° 3.3: Metrado de obras civiles

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	METRADO
			CANT.
1,00	TRABAJOS PRELIMINARES		
1,01	Trazo y replanteo de la línea	Km	5,8
1,02	Limpieza de la franja de servidumbre	Ha	2,1
2,00	OBRAS PROVISIONALES		
2,01	Oficinas, almacenes y guardianía	Gbl	1
2,02	Campamentos	Gbl	1
3,00	CAMINOS DE ACCESO		
3,01	Replanteo topográfico	km	0,5
3,02	Caminos carrozables	km	0,5
3,03	Eliminación de material excedente	m3	125
3,04	Afirmado	m2	1 600
4,00	ESCAVACIÓN Y RELLENO		
4,01	Excavación para base de línea de transmisión	m3	1 365,7
4,02	Relleno y compactado de material propio	m3	138,9
4,03	Relleno y compactado de material prestado	m3	556
4,04	Transporte de material prestado	m3	556
4,05	Eliminación de material excedente	m3	815
5,00	BASE PARA POSTES		
5,01	Concreto $f_c=100$ Kg/cm ²	m3	1 366
5,02	Solados $e=10$ cm concreto $f_c=100$ kg/cm ²	m2	695
5,03	Encofrado y desencofrado	m2	815
5,04	acero en muros $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	11 095

CAPITULO IV LÁMINAS Y PLANOS

4.1 Láminas y planos

4.1.1 Láminas de armados

En la TABLA N° 4.1 se muestra la relación de Láminas de Armados de la Línea de Transmisión. Estos Armados se presentan en el ANEXO G.

4.1.2 Láminas de detalles y accesorios

En la TABLA N° 4.2 se muestra la relación de Láminas de Detalles y Accesorios de la Línea de Transmisión. Las láminas de detalle se presentan en el ANEXO H.

4.1.3 Planos de perfil de la línea de transmisión

En el TABLA N° 4.3 se muestra la relación de Planos de la Línea de Transmisión (Perfil y Planimetría). Los planos de perfil se presentan en el ANEXO I.

4.1.4 Planos general de la línea de transmisión

En el TABLA N° 4.4 se muestra la relación de Planos General de la Línea de Transmisión (Vista de planta). Los planos de vista de planta se presentan en el ANEXO J.

TABLA N° 4.1: Relación de Láminas de Armados de la Línea de Transmisión

Ítem	Descripción	Lámina N°
1	Estructura de Anclaje y Terminal Tipo "A60" y "A90" – Poste metálico.	ARM-01
2	Estructura de Ángulo Mediano Tipo "S15" y "S15A" – Poste metálico.	ARM-02
3	Estructura de Alineamiento Tipo "S5" y "S5A" - Poste Metálico.	ARM-03
4	Estructura de Alineamiento Tipo "S5" y "S5A" – Poste de madera.	ARM-04

TABLA N° 4.2: Relación de Láminas de Detalles y Accesorios de la Línea de Transmisión

Ítem	Descripción	Lámina N°
1	Dispositivos adicionales para las estructuras A60 y A90	DET-01 (1/1)
2	Ensamble de aislador rígido horizontal (tipo Line Post)	DET-02 (1/1)
3	Ensamble de aislador polimérico tipo suspensión	DET-03 (1/1)
4	Accesorios para cables de comunicación tipo ADSS	DET-04 (1/2)
5	Accesorios para cables de comunicación tipo ADSS	DET-04 (2/2)
6	Disposición y ubicación de amortiguadores	DET-05 (1/1)
7	Sistema de puesta a tierra en postes metálicos	DET-06 (1/2)
8	Sistema de puesta a tierra en postes de madera	DET-06 (2/2)
9	Detalle de puesta a tierra en pozo vertical con el compuesto favigel.	DET-07 (1/1)
10	Fundación de concreto para poste de acero tipo A60	DET-08 (1/4)
11	Fundación de concreto para poste de acero tipo A90	DET-08 (2/4)
12	Fundación de concreto para poste de acero tipo S5 y S5A	DET-08 (3/4)
13	Fundación de concreto para poste de acero tipo S15 y S15A	DET-08 (4/4)

TABLA N° 4.3: Relación de Planos de Perfil y Planimetría de la Línea de Transmisión

Ítem	Nombre del Plano	Plano	Hoja
1	Línea de Transmisión 138 kV, SET Trujillo Norte – SET Trujillo Noroeste (0+0.00 Km. A 1+191,68 Km).	LT	1/5
2	Línea de Transmisión 138 kV, SET Trujillo Norte – SET Trujillo Noroeste (1+191,68 Km. A 2+337,79 Km).	LT	2/5
3	Línea de Transmisión 138 kV, SET Trujillo Norte – SET Trujillo Noroeste (2+337,79 Km. A 3+632,28 Km).	LT	3/5
4	Línea de Transmisión 138 kV, SET Trujillo Norte – SET Trujillo Noroeste (3+632,28 Km. A 4+720,60 Km).	LT	4/5
5	Línea de Transmisión 138 kV, SET Trujillo Norte – SET Trujillo Noroeste (4+720,60 Km. A 5+763,84 Km).	LT	5/5

TABLA N° 4.4: Relación de Planos de la Vista de Planta de la Línea de Transmisión

Ítem	Nombre del Plano	Plano	Hoja
1	Trazo de ruta - Línea de Transmisión 138 kV, SET Trujillo Norte – SET Trujillo Noroeste.	TR	1/7
2	Trazo de ruta - Línea de Transmisión 138 kV, SET Trujillo Norte – SET Trujillo Noroeste.	TR	2/7
3	Trazo de ruta - Línea de Transmisión 138 kV, SET Trujillo Norte – SET Trujillo Noroeste.	TR	3/7
4	Trazo de ruta - Línea de Transmisión 138 kV, SET Trujillo Norte – SET Trujillo Noroeste.	TR	4/7
5	Trazo de ruta - Línea de Transmisión 138 kV, SET Trujillo Norte – SET Trujillo Noroeste.	TR	5/7
6	Trazo de ruta - Línea de Transmisión 138 kV, SET Trujillo Norte – SET Trujillo Noroeste.	TR	6/7
7	Trazo de ruta - Línea de Transmisión 138 kV, SET Trujillo Norte – SET Trujillo Noroeste.	TR	7/7

CONCLUSIONES

1. Debido al incremento de la demanda de energía eléctrica así como el incremento de carga de transporte de las líneas existentes, Hidrandina construirá una Subestación denominada SET Trujillo Noroeste la cual se unirá a la actual Subestación Trujillo Norte mediante la Línea de Transmisión en 138 kV SET Trujillo Norte - SET Trujillo Noroeste, más adelante Hidrandina unirá la SET Trujillo Noroeste con la SET Trujillo Sur con lo cual se completará un anillo energético que disminuirá los cortes del servicio y otorgará mayor confiabilidad a su actual sistema de distribución eléctrico.
2. El conductor de Aleación de Aluminio de 240 mm² cumple con los requerimientos de la capacidad de corriente para su máxima temperatura de conducción (ampacity).
3. El aislador polimérico ha sido seleccionado por tener una alta resistencia mecánica, buenas cualidades aislantes, por ser liviano y resistir altas temperaturas.
4. La línea de Transmisión por pasar a través de una zona urbana ha sido diseñada con el Grado B el cual representa una construcción más resistente.
5. Para la distribución de estructuras se ha utilizado el software DLTCAD, el cual permite observar el comportamiento del conductor para las distintas hipótesis de estado con lo cual se ha podido verificar las distancias mínimas de seguridad del conductor así como las prestaciones mecánicas de las estructuras.
6. En la distribución de estructuras se ha utilizado postes de madera en los alineamientos y postes metálicos autosoportados en los ángulos, en las retenciones y en los terminales, esto con el fin de no utilizar retenidas.
7. Con respecto la puesta a tierra se ha realizado el cálculo utilizando las formulas entregadas por el fabricante del compuesto Favigel, es decir se ha realizando el cálculo de la resistencia de puesta a tierra considerando el suelo con tratamiento.
8. Uno de los aportes de este informe es el desarrollo del modelo de cálculo del ampacity (capacidad de corriente del conductor para su máxima temperatura de conducción) el cual es un cálculo importante no muy utilizado en las líneas de transmisión actuales. Este cálculo está basado en la IEEE-738.

9. Otro aporte del informe viene a ser la aplicación de la ecuación de cambio de estado completa, con el fin de obtener de forma más aproximada la condición final del conductor, para este efecto se está aplicando la variación de la longitud del conductor por dilatación térmica, por diferencia de tracciones, por variación del módulo de elasticidad y por fluencia metálica.
10. Además como aporte se está dejando un modelo secuencial del desarrollo de una ingeniería a nivel de detalle con postes metálicos y de madera.
11. Como una observación importante del informe se puede resaltar el cálculo de prestaciones donde se ha visto que para los soportes de madera se puede realizar dicho cálculo mientras que para los soportes metálicos es necesario entregar al fabricante un árbol de cargas con lo cual ellos se encargarán de diseñar el soporte con los requerimientos alcanzados.
12. Otra observación importante viene a ser la selección más conveniente del cable de comunicaciones para una Línea de Transmisión ubicada en una zona con nivel isoceraunico igual a cero, el cable seleccionado ha sido el tipo ADSS, el cual no tiene elementos metálicos y puede ser colocado por debajo del conductor activo lo que ayuda a no incrementar el esfuerzo mecánico en la estructura.

ANEXOS

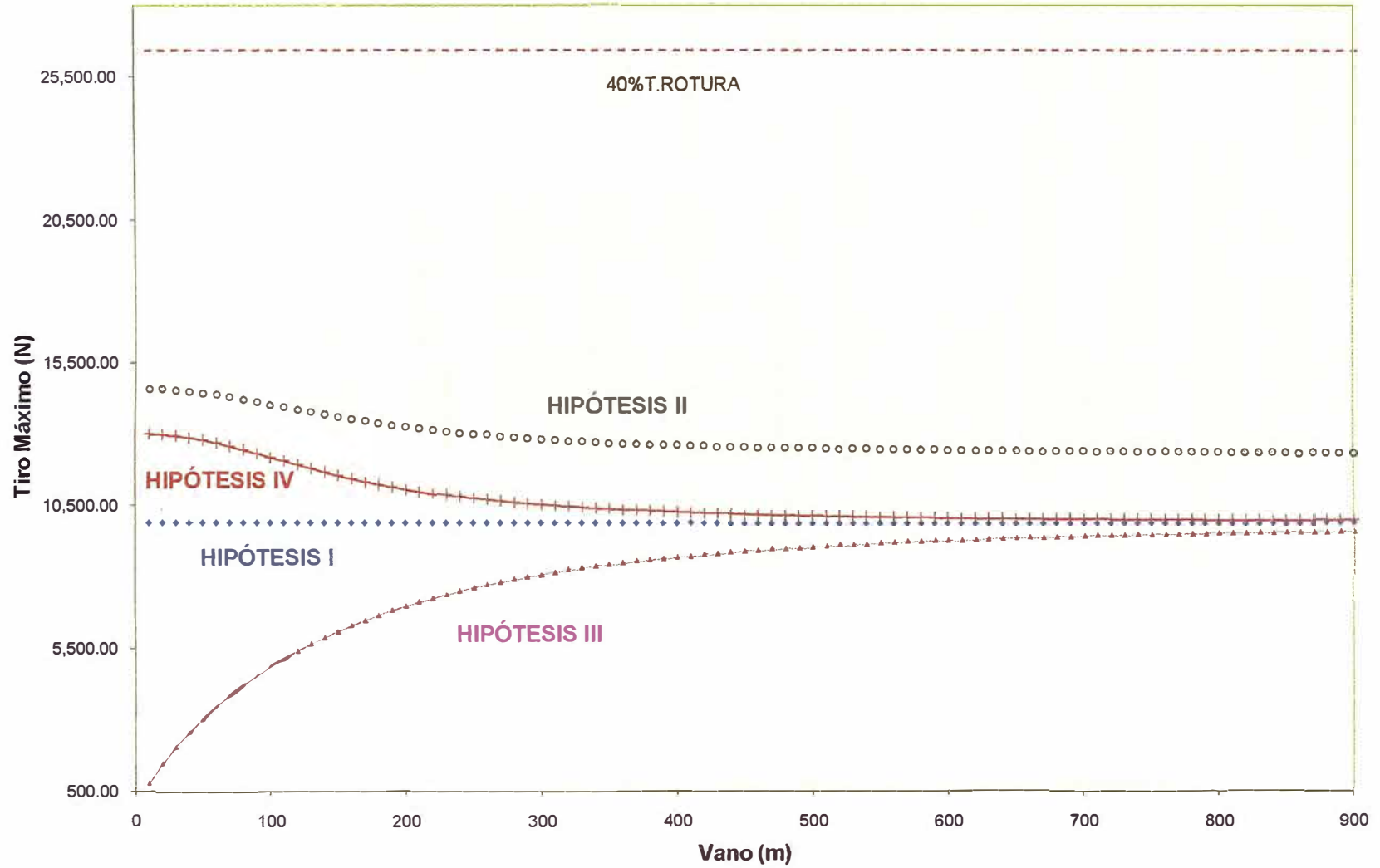
ANEXO A: CÁLCULO MECÁNICO DEL CONDUCTOR AAAC-240 mm² (EDS=15% Tiro de Rotura)

HIPÓTESIS I TEMPLADO T=20°C, S/V, EDS=15% Trotura
 HIPÓTESIS II ESFUERZO MÁXIMO T=10°C, V=70 km/h, Tmax=40% Trotura
 HIPÓTESIS III FLECHA MÁXIMA T= 60°C, Hielo=0mm, V=0 km/h, Tmax=40% Trotura
 HIPÓTESIS IV FLECHA MÍNIMA T= 10°C, S/V, Tmax=40% Trotura

Conductor: AAAC Sección: 240 mm² Peso: 6,44 N/m Diámetro: 20,50 mm Tiro de Rotura (N): 65982.06

Vano (m)	Hipótesis I			Hipótesis II			Hipótesis III			Hipótesis IV		
	TiroH(N)	TMax(N)	Flecha(m)	TiroH(N)	TMax(N)	Flecha(m)	TiroH(N)	TMax(N)	Flecha(m)	TiroH(N)	TMax(N)	Flecha(m)
10	9,897.3	9,897.4	0.01	14,601.4	14,601.5	0.01	820.6	821.2	0.10	13,027.9	13,027.9	0.01
20	9,897.3	9,897.5	0.03	14,580.6	14,580.8	0.03	1,491.0	1,492.4	0.22	12,997.5	12,997.7	0.02
30	9,897.3	9,897.8	0.07	14,546.4	14,546.9	0.06	2,072.1	2,074.3	0.35	12,947.8	12,948.2	0.06
40	9,897.3	9,898.2	0.13	14,500.0	14,500.8	0.11	2,589.3	2,592.5	0.50	12,880.0	12,880.6	0.10
50	9,897.3	9,898.6	0.20	14,442.4	14,443.8	0.17	3,056.5	3,060.8	0.66	12,795.8	12,796.8	0.16
60	9,897.3	9,899.2	0.29	14,375.2	14,377.2	0.25	3,482.4	3,487.8	0.83	12,697.2	12,698.7	0.23
70	9,897.3	9,899.9	0.40	14,300.1	14,302.8	0.34	3,873.1	3,879.7	1.02	12,586.8	12,588.8	0.31
80	9,897.3	9,900.7	0.52	14,218.8	14,222.4	0.45	4,233.0	4,240.8	1.22	12,467.1	12,469.8	0.41
90	9,897.3	9,901.6	0.66	14,133.1	14,137.7	0.57	4,565.5	4,574.7	1.43	12,340.8	12,344.2	0.53
100	9,897.3	9,902.6	0.81	14,044.6	14,050.3	0.71	4,873.5	4,884.2	1.65	12,210.5	12,214.8	0.66
110	9,897.3	9,903.7	0.99	13,955.1	13,962.0	0.87	5,159.3	5,171.5	1.89	12,078.8	12,084.0	0.81
120	9,897.3	9,904.9	1.17	13,865.7	13,874.0	1.04	5,425.0	5,438.8	2.14	11,947.9	11,954.2	0.97
130	9,897.3	9,906.2	1.38	13,777.8	13,787.7	1.23	5,672.2	5,687.7	2.40	11,819.7	11,827.1	1.15
140	9,897.3	9,907.6	1.60	13,692.3	13,703.8	1.43	5,902.5	5,919.7	2.68	11,695.7	11,704.4	1.35
150	9,897.3	9,909.1	1.83	13,609.9	13,623.2	1.65	6,117.2	6,136.3	2.96	11,577.2	11,587.3	1.57
160	9,897.3	9,910.7	2.08	13,531.2	13,546.4	1.89	6,317.6	6,338.6	3.27	11,464.8	11,476.4	1.80
170	9,897.3	9,912.5	2.35	13,456.5	13,473.7	2.15	6,504.8	6,527.8	3.58	11,359.2	11,372.4	2.05
180	9,897.3	9,914.3	2.64	13,385.9	13,405.3	2.42	6,679.7	6,704.9	3.91	11,260.4	11,275.4	2.32
190	9,897.3	9,916.3	2.94	13,319.6	13,341.4	2.71	6,843.3	6,870.7	4.25	11,168.6	11,185.4	2.60
200	9,897.3	9,918.3	3.26	13,257.6	13,281.8	3.02	6,996.4	7,026.1	4.61	11,083.5	11,102.2	2.91
210	9,897.3	9,920.5	3.59	13,199.7	13,226.4	3.34	7,139.8	7,171.9	4.98	11,004.8	11,025.6	3.23
220	9,897.3	9,922.7	3.94	13,145.7	13,175.2	3.69	7,274.2	7,308.8	5.36	10,932.3	10,955.3	3.57
230	9,897.3	9,925.1	4.31	13,095.5	13,127.8	4.04	7,400.2	7,437.4	5.76	10,865.5	10,890.8	3.92
240	9,897.3	9,927.5	4.69	13,048.8	13,084.2	4.42	7,518.5	7,558.3	6.18	10,804.1	10,831.8	4.30
250	9,897.3	9,930.1	5.09	13,005.5	13,044.0	4.81	7,629.5	7,672.1	6.61	10,747.6	10,777.8	4.69
260	9,897.3	9,932.8	5.51	12,965.3	13,007.1	5.22	7,733.8	7,779.3	7.05	10,695.5	10,728.4	5.09
270	9,897.3	9,935.6	5.94	12,927.9	12,973.1	5.65	7,831.9	7,880.3	7.51	10,647.7	10,683.2	5.52
280	9,897.3	9,938.5	6.39	12,893.3	12,942.0	6.09	7,924.2	7,975.6	7.98	10,603.6	10,642.0	5.96
290	9,897.3	9,941.5	6.85	12,861.1	12,913.5	6.55	8,011.1	8,065.6	8.47	10,562.9	10,604.3	6.42
300	9,897.3	9,944.6	7.33	12,831.2	12,887.4	7.02	8,092.9	8,150.7	8.97	10,525.4	10,569.8	6.89
310	9,897.3	9,947.8	7.83	12,803.3	12,863.5	7.52	8,170.1	8,231.2	9.49	10,490.8	10,538.4	7.39
320	9,897.3	9,951.1	8.34	12,777.4	12,841.7	8.03	8,242.8	8,307.4	10.02	10,458.7	10,509.6	7.89
330	9,897.3	9,954.5	8.87	12,753.3	12,821.8	8.55	8,311.5	8,379.7	10.57	10,429.1	10,483.3	8.42
340	9,897.3	9,958.0	9.42	12,730.8	12,803.7	9.10	8,376.4	8,448.2	11.13	10,401.6	10,459.3	8.96
350	9,897.3	9,961.7	9.98	12,709.9	12,787.2	9.66	8,437.7	8,513.2	11.71	10,376.0	10,437.4	9.52
360	9,897.3	9,965.4	10.56	12,690.3	12,772.2	10.23	8,495.7	8,575.1	12.31	10,352.3	10,417.4	10.10
370	9,897.3	9,969.2	11.16	12,672.0	12,758.6	10.82	8,550.6	8,633.9	12.92	10,330.2	10,399.1	10.69
380	9,897.3	9,973.2	11.77	12,654.8	12,746.3	11.43	8,602.6	8,689.9	13.55	10,309.7	10,382.5	11.30
390	9,897.3	9,977.2	12.40	12,638.7	12,735.3	12.06	8,651.8	8,743.3	14.19	10,290.5	10,367.3	11.92
400	9,897.3	9,981.4	13.04	12,623.7	12,725.4	12.70	8,698.5	8,794.2	14.85	10,272.5	10,353.5	12.56
410	9,897.3	9,985.6	13.70	12,609.5	12,716.5	13.36	8,742.8	8,842.8	15.52	10,255.8	10,341.0	13.22
420	9,897.3	9,990.0	14.38	12,596.3	12,708.6	14.04	8,784.9	8,889.4	16.21	10,240.1	10,329.6	13.90
430	9,897.3	9,994.5	15.08	12,583.8	12,701.7	14.73	8,824.8	8,933.9	16.91	10,225.3	10,319.4	14.59
440	9,897.3	9,999.1	15.79	12,572.0	12,695.6	15.44	8,862.8	8,976.5	17.64	10,211.5	10,310.1	15.30
450	9,897.3	10,003.7	16.51	12,560.9	12,690.3	16.16	8,898.9	9,017.4	18.37	10,198.5	10,301.8	16.02
460	9,897.3	10,008.5	17.26	12,550.5	12,685.8	16.90	8,933.3	9,056.6	19.13	10,186.3	10,294.4	16.77
470	9,897.3	10,013.4	18.02	12,540.6	12,682.0	17.66	8,966.1	9,094.3	19.90	10,174.8	10,287.8	17.52
480	9,897.3	10,018.4	18.79	12,531.3	12,678.9	18.44	8,997.2	9,130.5	20.68	10,164.0	10,281.9	18.30
490	9,897.3	10,023.5	19.59	12,522.4	12,676.4	19.23	9,027.0	9,165.5	21.48	10,153.8	10,276.8	19.09
500	9,897.3	10,028.8	20.40	12,514.1	12,674.5	20.04	9,055.4	9,199.1	22.30	10,144.1	10,272.3	19.90
510	9,897.3	10,034.1	21.22	12,506.2	12,673.2	20.86	9,082.4	9,231.5	23.13	10,135.0	10,268.5	20.72
520	9,897.3	10,039.5	22.06	12,498.7	12,672.4	21.70	9,108.3	9,262.9	23.98	10,126.3	10,265.3	21.56
530	9,897.3	10,045.0	22.92	12,491.5	12,672.2	22.56	9,133.0	9,293.2	24.85	10,118.1	10,262.6	22.42
540	9,897.3	10,050.7	23.80	12,484.8	12,672.4	23.43	9,156.6	9,322.5	25.73	10,110.4	10,260.5	23.29
550	9,897.3	10,056.4	24.69	12,478.3	12,673.1	24.32	9,179.2	9,350.8	26.63	10,103.0	10,258.9	24.18

LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 kV, SET TRUJILLO NORTE – SET TRUJILLO NOROESTE
CÁLCULO MECÁNICO DEL CONDUCTOR AAAC 240 mm²



ANEXO B: CÁLCULO DEL CREEP DEL CONDUCTOR AAAC-240 mm²

Para el cálculo se ha utilizado la metodología descrita en "Permanent Elongation of Conductors - Predictor Equation and Evaluations Methods" - Electra N° 75.

FÓRMULA EMPLEADA :

$$\text{CREEP}(E) = K \times (\text{TEMP})^f (\text{ESF})^a (\text{TIEMPO})^u$$

$$\begin{aligned} \text{TEMP} &= \text{Temperatura de templado} = 20 \text{ } ^\circ\text{C} \\ \text{ESF} &: \text{Esfuerzo de cada día (ESF}_{\text{E.D.S.}}) = 4.59 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

VALORES DE LAS CONSTANTES :

CONDUCTOR	K	f	a	u
Aleación de Aluminio	0.1500	1.4	1.3	0.16

$$\text{TIEMPO DE PRETENSIONADO (horas)} = 48$$

ESFUERZO DE PRETENSIONADO : 70%(ESF. EDS)

$$\begin{aligned} \text{Creep Inicial} & & E_0 &= 84.24 \\ \text{Temperatura Equivalente} & & T_{eq} &= E - E_0 / (\text{Coef. Dilat.}) \\ \text{Coeficiente de dilatación} & & & 23 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \end{aligned}$$

CÁLCULO DEL CREEP DESPUES DEL ENGRAPADO

AÑOS	HORAS	ALARGAM.	Teq (°C)
0.0	0	0.00	0.0
0.5	4380	191.52	8.3
1.0	8760	223.86	9.7
12.0	105120	374.28	16.3
12.5	109500	377.29	16.4
13.0	113880	380.19	16.5
13.5	118260	383.00	16.7
14.0	122640	385.73	16.8
14.5	127020	388.38	16.9
15.0	131400	390.95	17.0

CONCLUSIÓN : Para tomar en cuenta el alargamiento del conductor durante su vida útil se considera un incremento de temperatura de 17 °C.

ANEXO C: DIAGRAMA DE CARGAS
ESTRUCTURA TIPO "S5" (Angulo 0°-5°)

Datos del conductor:		
Material:	Aleación de Aluminio	Cable Comunicaciones
Denominación:	AAAC (6210)	ADSS
Sección (mm ²):	240.0	115.0
Diámetro (mm):	20.5	12.1
Peso unitario (N/m):	6.4	1.2
Mínima carga de rotura (N):	65982.1	
Consideraciones:		
Peso operario con herramientas (N):	981.0	981.0
Peso de aisladores (N):	150.0	40.0
Velocidad del viento máxima (km/h):	70	70
Presión del viento (N/m ²):	232	232

	Conductor Principal (AAAC-240)	
	Condic. Normal del conductor	Condic. de Rotura del conductor
Tiro Izquierdo(N):	13800	0
Tiro Derecho(N):	13800	13800
Ángulo (°):	5	5
Vano viento (m):	160	80
Vano peso (m):	450	225
Fuerza Vertical (N):	6047	3872
Fuerza Longitudinal (N):	0	22770
Fza Transversal viento(N):	759.47	601.95
Fza Transversal conduct(N):	1203.90	379.74
Fuerza Transversal (N):	3885	2131

	Cable Comunicaciones (ADSS)	
	Condic. normal del cable	Condic. de Rotura del cable
Tiro Izquierdo(N):	4200	0
Tiro Derecho(N):	4200	4200
Ángulo (°):	5	5
Vano viento (m):	160	80
Vano peso (m):	450	225
Fuerza Vertical (N):	2342	1937
Fuerza Longitudinal (N):	0	6930
Fza Transversal viento(N):	448.27	224.14
Fza Transversal conduct(N):	366.40	183.20
Fuerza Transversal (N):	1725	863

Nota:

$$FV = FV_{COND} + FV_{AISL} + FV_{OPER}$$

$$FL = FL_{TIRO}$$

$$FT = FT_{TIRO} + FT_{COND}$$

donde:

FV_{COND}: Fuerza vertical debida al peso del conductor

FV_{AISL}: Fuerza vertical debida al peso de la cadena de aisladores

FV_{OPER}: Fuerza vertical debida al peso del operario

FL_{TIRO}: Fuerza longitudinal debido al tiro sobre el conductor

FT_{COND}: Fuerza transversal debido a la presión del viento sobre el conductor

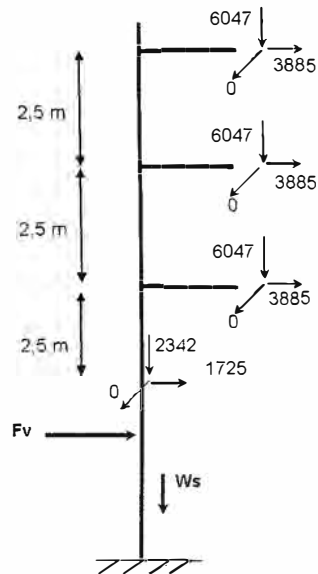
FT_{TIRO}: Fuerza transversal debido al tiro sobre el conductor

Factor de sobrecarga:	Grado B
Vertical	1.5
Longitudinal	1.65
Transversal-Viento	2.5
Transversal-Tensión cond.	1.65

Factor de resistencia:	Grado B
Estructura de metal	1
Estructura de madera	0.65

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "S5"

HIPÓTESIS I: CONDICIONES NORMALES



FV = Fuerza Vertical
 FL = Fuerza Longitudinal
 FT = Fuerza Transversal

Fv = Fuerza del viento
 Ws = Peso Propio
 A = Área Proyectada (m²)

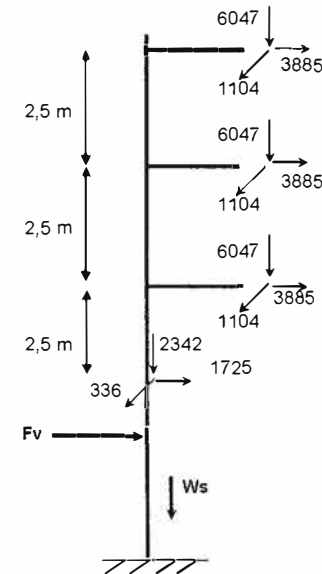
$Fv = 232 \times A \times Ff$
 $Ff = 1,0$; Postes Metálicos y/o
 madera

Notas:

- (1) Todas las magnitudes en N
- (2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "S5"

HIPÓTESIS II: DESEQUILIBRIO DE TENSIONES



FV = Fuerza Vertical
 FL = Fuerza Longitudinal
 FT = Fuerza Transversal

Fv = Fuerza del viento
 Ws = Peso Propio
 A = Área Proyectada (m²)

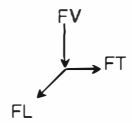
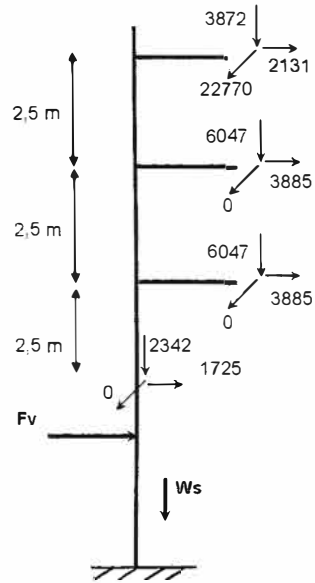
$Fv = 232 \times A \times Ff$
 $Ff = 1,0$; Postes Metálicos y/o
 madera

Notas:

- (1) Todas las magnitudes en N
- (2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "S5"

HIPÓTESIS III IV Y V: ROTURA DEL CONDUCTOR PRINCIPAL DE UNA FASE



FV = Fuerza Vertical
 FL = Fuerza Longitudinal
 FT = Fuerza Transversal

Fv= Fuerza del viento
 Ws = Peso Propio
 A= Área Projectada (m²)

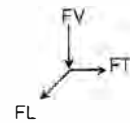
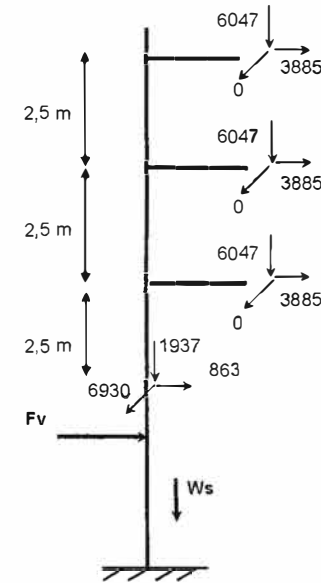
Fv= 232 x A x Ff
 Ff = 1,0 ; Postes Metálicos y/o
 madera

Notas

- (1) Todas las magnitudes en N
- (2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "S5"

HIPÓTESIS VI: ROTURA DEL CABLE DE COMUNICACIONES



FV = Fuerza Vertical
 FL = Fuerza Longitudinal
 FT = Fuerza Transversal

Fv= Fuerza del viento
 Ws = Peso Propio
 A= Área Projectada (m²)

Fv= 232 x A x Ff
 Ff = 1,0 ; Postes Metálicos y/o
 madera

Notas

- (1) Todas las magnitudes en N
- (2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

ESTRUCTURA TIPO "S15" (Angulo 5°-15°)

Datos del conductor:

Material:	Aleación de Aluminio	Cable Comunicaciones
Denominación:	AAAC (6210)	ADSS
Sección (mm ²):	240.0	115.0
Diámetro (mm):	20.5	12.1
Peso unitario (N/m):	6.4	1.2
Mínima carga de rotura (N):	65982.1	

Consideraciones:

Peso operario con herramientas (N):	981.0	981.0
Peso de aisladores (N):	150.0	40.0
Velocidad del viento máxima (km/h):	70	70
Presión del viento (N/m ²):	232	232

	Conductor Principal (AAAC-240)	
	Condic. Normal del conductor	Condic. de Rotura del conductor
Tiro Izquierdo(N):	13800	0
Tiro Derecho(N):	13800	13800
Ángulo (°):	15	15
Vano viento (m):	160	80
Vano peso (m):	450	225
Fuerza Vertical (N):	6047	3872
Fuerza Longitudinal (N):	0	22770
Fza Transversal viento(N):	753.69	376.85
Fza Transversal conduct(N):	3602.52	1801.26
Fuerza Transversal (N):	7828	3914

	Cable Comunicaciones (ADSS)	
	Condic. normal del cable	Condic. de Rotura del cable
Tiro Izquierdo(N):	4200	0
Tiro Derecho(N):	4200	4200
Ángulo (°):	15	15
Vano viento (m):	160	80
Vano peso (m):	450	225
Fuerza Vertical (N):	2342	1937
Fuerza Longitudinal (N):	0	6930
Fza Transversal viento(N):	83.41	222.43
Fza Transversal conduct(N):	1096.42	548.21
Fuerza Transversal (N):	2018	1461

Nota:

$$FV = FV_{COND} + FV_{AISL} + FV_{OPER}$$

$$FL = FL_{TIRO}$$

$$FT = FT_{TIRO} + FT_{COND}$$

donde:

FV_{COND}: Fuerza vertical debida al peso del conductor

FV_{AISL}: Fuerza vertical debida al peso de la cadena de aisladores

FV_{OPER}: Fuerza vertical debida al peso del operario

FL_{TIRO}: Fuerza longitudinal debido al tiro sobre el conductor

FT_{COND}: Fuerza transversal debido a la presión del viento sobre el conductor

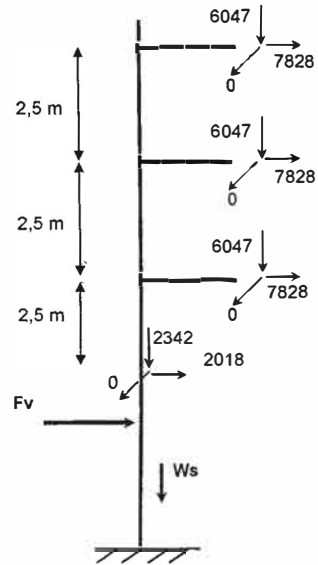
FT_{TIRO}: Fuerza transversal debido al tiro sobre el conductor

Factor de sobrecarga:	Grado B
Vertical	1.5
Longitudinal	1.65
Transversal-Viento	2.5
Transversal-Tensión cond.	1.65

Factor de resistencia:	Grado B
Estructura de metal	1
Estructura de madera	0.65

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "S15"

HIPÓTESIS I: CONDICIONES NORMALES



FV
 FL

FV = Fuerza Vertical
 FL = Fuerza Longitudinal
 FT = Fuerza Transversal

Fv = Fuerza del viento
 Ws = Peso Propio
 A = Área Proyectada (m^2)

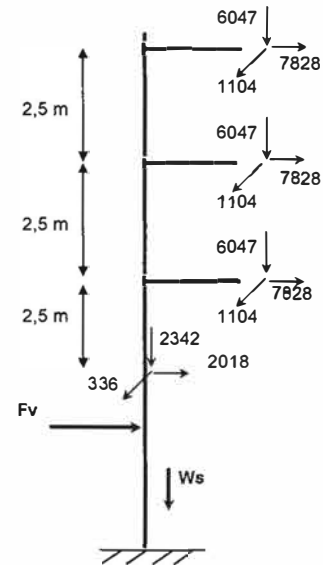
$Fv = 232 \times A \times Ff$
 $Ff = 1,0$: Postes Metálicos y/o madera

Notas:

- (1) Todas las magnitudes en N
- (2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "S15"

HIPÓTESIS II: DESEQUILIBRIO DE TENSIONES



FV
 FL

FV = Fuerza Vertical
 FL = Fuerza Longitudinal
 FT = Fuerza Transversal

Fv = Fuerza del viento
 Ws = Peso Propio
 A = Área Proyectada (m^2)

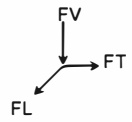
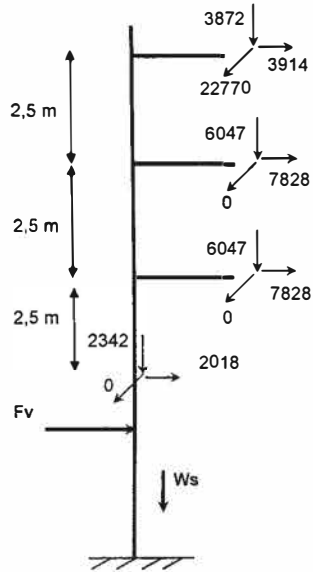
$Fv = 232 \times A \times Ff$
 $Ff = 1,0$: Postes Metálicos y/o madera

Notas:

- (1) Todas las magnitudes en N
- (2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "S15"

HIPÓTESIS III IV Y V: ROTURA DEL CONDUCTOR PRINCIPAL DE UNA FASE



FV = Fuerza Vertical
 FL = Fuerza Longitudinal
 FT = Fuerza Transversal

Fv= Fuerza del viento
 Ws = Peso Propio
 A= Área Proyectada (m²)

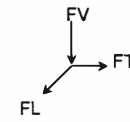
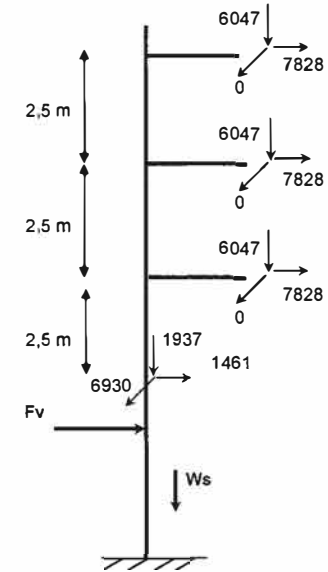
Fv= 232 x A x Ff
 Ff = 1,0 : Postes Metálicos y/o
 madera

Notas:

- (1) Todas las magnitudes en N
- (2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "S15"

HIPÓTESIS VI: ROTURA DEL CABLE DE COMUNICACIONES



FV = Fuerza Vertical
 FL = Fuerza Longitudinal
 FT = Fuerza Transversal

Fv= Fuerza del viento
 Ws = Peso Propio
 A= Área Proyectada (m²)

Fv= 232 x A x Ff
 Ff = 1,0 : Postes Metálicos y/o
 madera

Notas:

- (1) Todas las magnitudes en N
- (2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

ESTRUCTURA TIPO "S5A" (Angulo 0°-5°)

Datos del conductor:

Material:	Aleación de Aluminio	Cable Comunicaciones
Denominación:	AAAC (6210)	ADSS
Sección (mm ²):	240.0	115.0
Diámetro (mm):	20.5	12.1
Peso unitario (N/m):	6.4	1.2
Mínima carga de rotura (N):	65982.1	

Consideraciones:

Peso operario con herramientas (N):	981.0	981.0
Peso de aisladores (N):	150.0	40.0
Velocidad del viento máxima (km/h):	70	70
Presión del viento (N/m ²):	232	232

	Conductor Principal (AAAC-240)	
	Condic. Normal del conductor	Condic. de Rotura del conductor
Tiro Izquierdo(N):	13700	0
Tiro Derecho(N):	13700	13700
Ángulo (°):	5	5
Vano viento (m):	180	90
Vano peso (m):	525	262.5
Fuerza Vertical (N):	6772	4234
Fuerza Longitudinal (N):	0	22605
Fza Transversal viento(N):	854.41	427.20
Fza Transversal conduct(N):	1195.17	1195.17
Fuerza Transversal (N):	4108	3040

	Cable Comunicaciones (ADSS)	
	Condic. normal del cable	Condic. de Rotura del cable
Tiro Izquierdo(N):	4200	0
Tiro Derecho(N):	4200	4200
Ángulo (°):	5	5
Vano viento (m):	180	90
Vano peso (m):	525	262.5
Fuerza Vertical (N):	2477	2004
Fuerza Longitudinal (N):	0	6930
Fza Transversal viento(N):	504.31	252.15
Fza Transversal conduct(N):	366.40	183.20
Fuerza Transversal (N):	1865	933

Nota:

$$FV = FV_{COND} + FV_{AISL} + FV_{OPER}$$

$$FL = FL_{TIRO}$$

$$FT = FT_{TIRO} + FT_{COND}$$

donde:

FV_{COND}: Fuerza vertical debida al peso del conductor

FV_{AISL}: Fuerza vertical debida al peso de la cadena de aisladores

FV_{OPER}: Fuerza vertical debida al peso del operario

FL_{TIRO}: Fuerza longitudinal debido al tiro sobre el conductor

FT_{COND}: Fuerza transversal debido a la presión del viento sobre el conductor

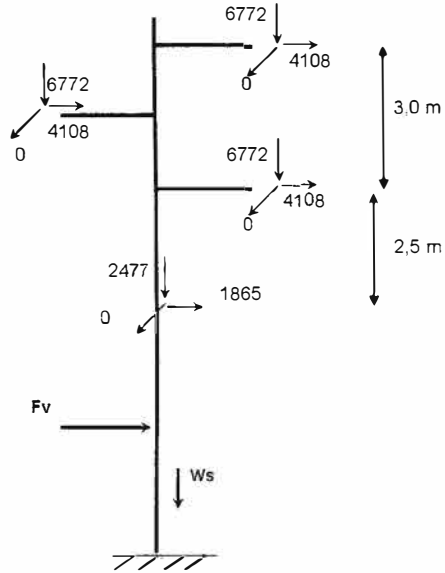
FT_{TIRO}: Fuerza transversal debido al tiro sobre el conductor

Factor de sobrecarga:	Grado B
Vertical	1.5
Longitudinal	1.65
Transversal-Viento	2.5
Transversal-Tensión cond.	1.65

Factor de resistencia:	Grado B
Estructura de metal	1
Estructura de madera	0.65

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "S5A"

HIPÓTESIS I: CONDICIONES NORMALES



FV
 FL

FV = Fuerza Vertical
 FL = Fuerza Longitudinal
 FT = Fuerza Transversal

Fv = Fuerza del viento
 Ws = Peso Propio
 A = Área Proyectada (m^2)

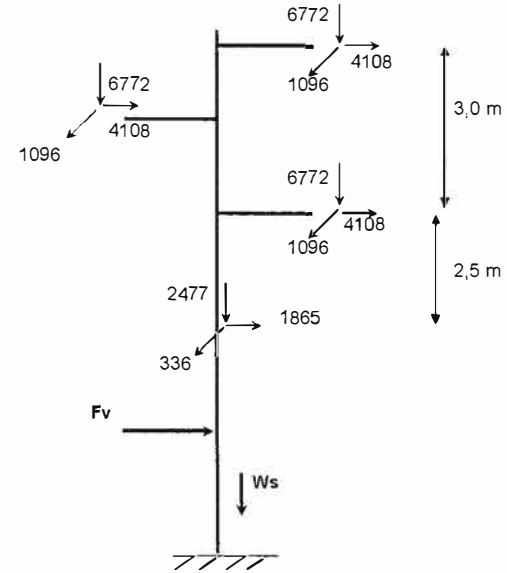
$Fv = 232 \times A \times Ff$
 $Ff = 1,0$: Postes Metálicos y/o madera

Notas:

- (1) Todas las magnitudes en N
- (2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "S5A"

HIPÓTESIS II: DESEQUILIBRIO DE TENSIONES



FV
 FL

FV = Fuerza Vertical
 FL = Fuerza Longitudinal
 FT = Fuerza Transversal

Fv = Fuerza del viento
 Ws = Peso Propio
 A = Área Proyectada (m^2)

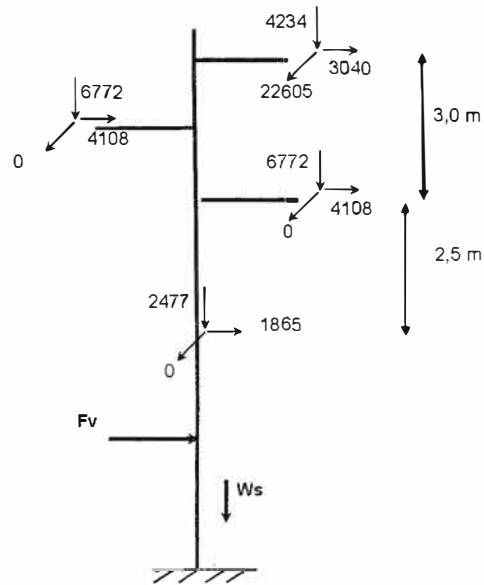
$Fv = 232 \times A \times Ff$
 $Ff = 1,0$: Postes Metálicos y/o madera

Notas:

- (1) Todas las magnitudes en N
- (2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "S5A"

HIPÓTESIS III IV Y V: ROTURA DEL CONDUCTOR PRINCIPAL DE UNA FASE



FV
 FL

FV = Fuerza Vertical
 FL = Fuerza Longitudinal
 FT = Fuerza Transversal

Fv = Fuerza del viento
 Ws = Peso Propio
 A = Área Projectada (m^2)

$Fv = 380 \times A \times Ff$
 $Ff = 3.2$: Torres de Celosia
 1.0 : Postes Metálicos y/o madera

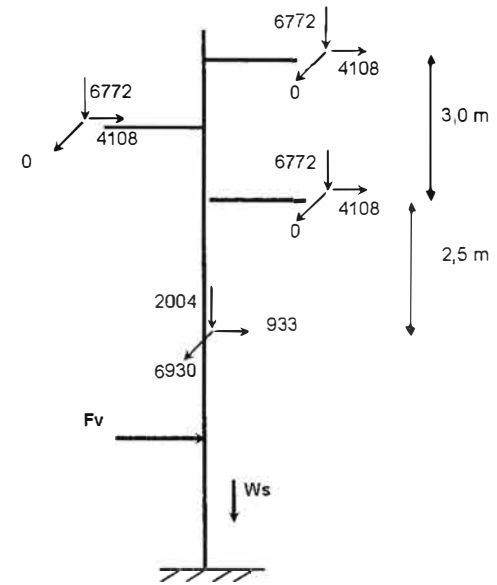
Notas:

(1) Todas las magnitudes en N

(2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "S5A"

HIPÓTESIS VI: ROTURA DEL CABLE DE COMUNICACIONES



FV
 FL

FV = Fuerza Vertical
 FL = Fuerza Longitudinal
 FT = Fuerza Transversal

Fv = Fuerza del viento
 Ws = Peso Propio
 A = Área Projectada (m^2)

$Fv = 232 \times A \times Ff$
 $Ff = 1.0$: Postes Metálicos y/o madera

Notas:

(1) Todas las magnitudes en N

(2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

ESTRUCTURA TIPO "S15A" (Angulo 5°-15°)

Datos del conductor:		
Material:	Aleación de Aluminio	Cable Comunicaciones
Denominación:	AAAC (6210)	ADSS
Sección (mm ²):	240.0	115.0
Diámetro (mm):	20.5	12.1
Peso unitario (N/m):	6.4	1.2
Minima carga de rotura (N):	65982.1	

Consideraciones:		
Peso operario con herramientas (N):	981.0	981.0
Peso de aisladores (N):	150.0	40.0
Velocidad del viento máxima (km/h):	70	70
Presión del viento (N/m ²):	232	232

	Conductor Principal (AAAC-240)	
	Condic. Normal del conductor	Condic. de Rotura del conductor
Tiro Izquierdo(N):	13700	0
Tiro Derecho(N):	13700	13700
Ángulo (°):	15	15
Vano viento (m):	180	90
Vano peso (m):	525	262.5
Fuerza Vertical (N):	6772	4234
Fuerza Longitudinal (N):	0	22605
Fza Transversal viento(N):	2119.76	423.95
Fza Transversal conduct(N):	5901.09	1788.21
Fuerza Transversal (N):	15036	4010

	Cable Comunicaciones (ADSS)	
	Condic. normal del cable	Condic. de Rotura del cable
Tiro Izquierdo(N):	4178	0
Tiro Derecho(N):	4178	4178
Ángulo (°):	15	15
Vano viento (m):	180	90
Vano peso (m):	525	262.5
Fuerza Vertical (N):	2477	2004
Fuerza Longitudinal (N):	0	6894
Fza Transversal viento(N):	500.47	250.23
Fza Transversal conduct(N):	1090.68	545.34
Fuerza Transversal (N):	3051	1525

Nota:

$$FV = FV_{COND} + FV_{AISL} + FV_{OPER}$$

$$FL = FL_{TIRO}$$

$$FT = FT_{TIRO} + FT_{COND}$$

donde:

FV_{COND}: Fuerza vertical debida al peso del conductor

FV_{AISL}: Fuerza vertical debida al peso de la cadena de aisladores

FV_{OPER}: Fuerza vertical debida al peso del operario

FL_{TIRO}: Fuerza longitudinal debido al tiro sobre el conductor

FT_{COND}: Fuerza transversal debido a la presión del viento sobre el conductor

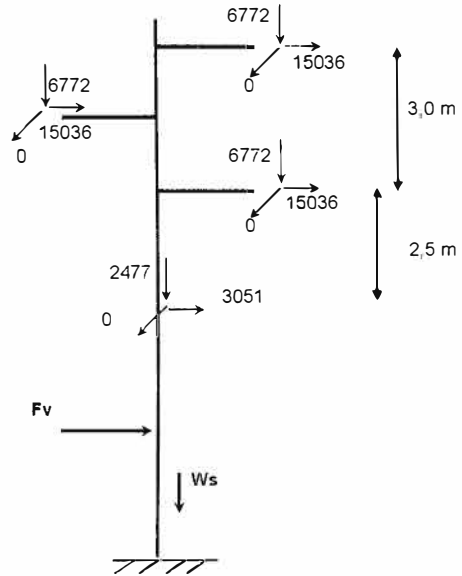
FT_{TIRO}: Fuerza transversal debido al tiro sobre el conductor

Factor de sobrecarga:	Grado B
Vertical	1.5
Longitudinal	1.65
Transversal-Viento	2.5
Transversal-Tensión cond.	1.65

Factor de resistencia:	Grado B
Estructura de metal	1
Estructura de madera	0.65

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "S15A"

HIPÓTESIS I: CONDICIONES NORMALES



FV
 FL

FV = Fuerza Vertical
 FL = Fuerza Longitudinal
 FT = Fuerza Transversal

Fv = Fuerza del viento
 Ws = Peso Propio
 A = Área Projectada (m^2)

$Fv = 232 \times A \times Ff$
 $Ff = 1,0$: Postes Metálicos y/o madera

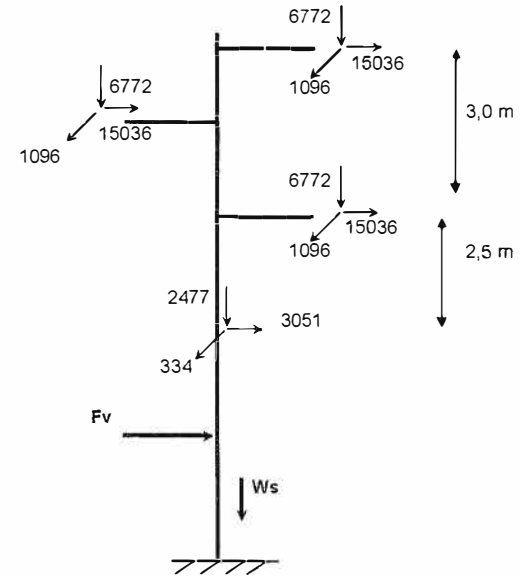
Notas:

(1) Todas las magnitudes en N

(2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "S15A"

HIPÓTESIS II: DESEQUILIBRIO DE TENSIONES



FV
 FL

FV = Fuerza Vertical
 FL = Fuerza Longitudinal
 FT = Fuerza Transversal

Fv = Fuerza del viento
 Ws = Peso Propio
 A = Área Projectada (m^2)

$Fv = 232 \times A \times Ff$
 $Ff = 1,0$: Postes Metálicos y/o madera

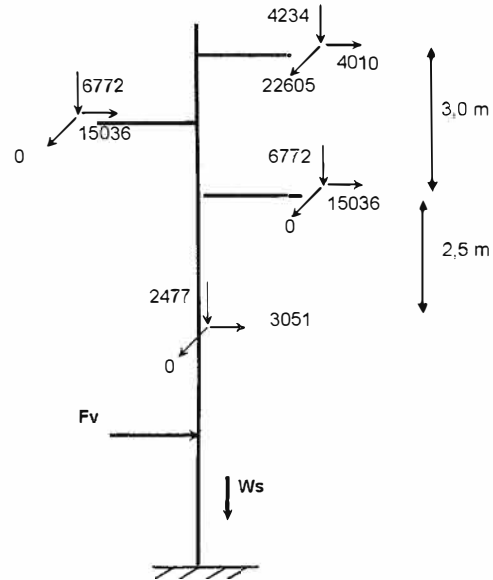
Notas:

(1) Todas las magnitudes en N

(2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "S15A"

HIPÓTESIS III IV Y V: ROTURA DEL CONDUCTOR PRINCIPAL DE UNA FASE



FV = Fuerza Vertical
 FL = Fuerza Longitudinal
 FT = Fuerza Transversal

Fv = Fuerza del viento
 Ws = Peso Propio
 A = Área Proyectada (m^2)

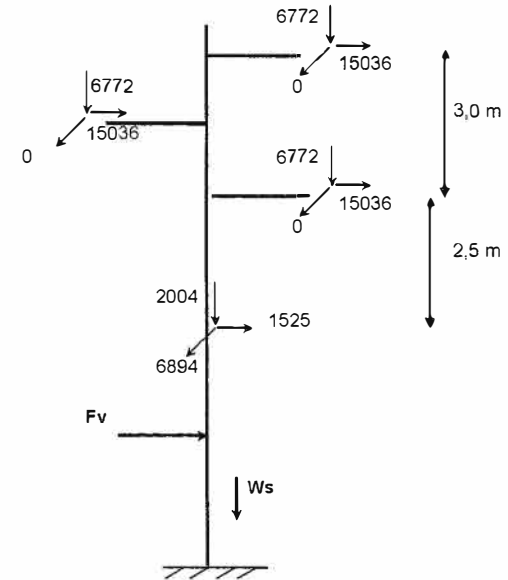
$Fv = 232 \times A \times Ff$
 $Ff = 1,0$: Postes Metálicos y/o madera

Notas:

- (1) Todas las magnitudes en N
- (2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "S15A"

HIPÓTESIS VI: ROTURA DEL CABLE DE COMUNICACIONES



FV = Fuerza Vertical
 FL = Fuerza Longitudinal
 FT = Fuerza Transversal

Fv = Fuerza del viento
 Ws = Peso Propio
 A = Área Proyectada (m^2)

$Fv = 232 \times A \times Ff$
 $Ff = 1,0$: Postes Metálicos y/o madera

Notas:

- (1) Todas las magnitudes en N
- (2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

ESTRUCTURA TIPO "A60" (Anclaje 30°)

Datos del conductor:		
Material:	Aleación de Aluminio	Cable Comunicaciones
Denominación:	AAAC (6210)	ADSS
Sección (mm ²):	240.0	115.0
Diámetro (mm):	20.5	12.1
Peso unitario (N/m):	6.4	1.2
Minima carga de rotura (N):	65982.1	

Consideraciones:		
Peso operario con herramientas (N):	981.0	981.0
Peso de aisladores (N):	150.0	40.0
Velocidad del viento máxima (km/h):	70	70
Presión del viento (N/m ²):	232	232

	Conductor Principal (AAAC-240)	
	Condic. Normal del conductor	Condic. de Rotura del conductor
Tiro Izquierdo(N):	13700	0
Tiro Derecho(N):	13700	13700
Ángulo (°):	40	40
Vano viento (m):	180	90
Vano peso (m):	450	225
Fuerza Vertical (N):	6047	3872
Fuerza Longitudinal (N):	15070	22605
Fza Transversal viento(N):	803.64	401.82
Fza Transversal conduct(N):	9371.35	4685.68
Fuerza Transversal (N):	17472	8736

	Cable Comunicaciones (ADSS)	
	Condic. normal del cable	Condic. de Rotura del cable
Tiro Izquierdo(N):	4178	0
Tiro Derecho(N):	4178	4178
Ángulo (°):	40	40
Vano viento (m):	180	90
Vano peso (m):	450	225
Fuerza Vertical (N):	2342	1937
Fuerza Longitudinal (N):	4596	6894
Fza Transversal viento(N):	474.35	237.17
Fza Transversal conduct(N):	2857.92	1428.96
Fuerza Transversal (N):	5901	2951

Nota:

$$FV = FV_{COND} + FV_{AISL} + FV_{OPER}$$

$$FL = FL_{TIRO}$$

$$FT = FT_{TIRO} + FT_{COND}$$

donde:

FV_{COND}: Fuerza vertical debida al peso del conductor

FV_{AISL}: Fuerza vertical debida al peso de la cadena de aisladores

FV_{OPER}: Fuerza vertical debida al peso del operario

FL_{TIRO}: Fuerza longitudinal debido al tiro sobre el conductor

FT_{COND}: Fuerza transversal debido a la presión del viento sobre el conductor

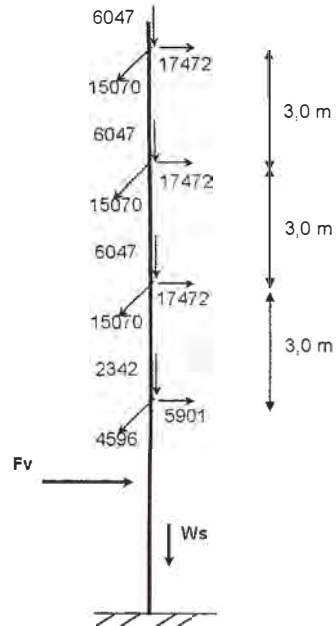
FT_{TIRO}: Fuerza transversal debido al tiro sobre el conductor

Factor de sobrecarga:	Grado B
Vertical	1.5
Longitudinal	1.65
Transversal-Viento	2.5
Transversal-Tensión cond.	1.65

Factor de resistencia:	Grado B
Estructura de metal	1
Estructura de madera	0.65

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "A60"

HIPÓTESIS I: CONDICIONES NORMALES



FV
 FL

FV = Fuerza Vertical
 FL = Fuerza Longitudinal
 FT = Fuerza Transversal

Fv = Fuerza del viento
 Ws = Peso Propio
 A = Área Projectada (m^2)

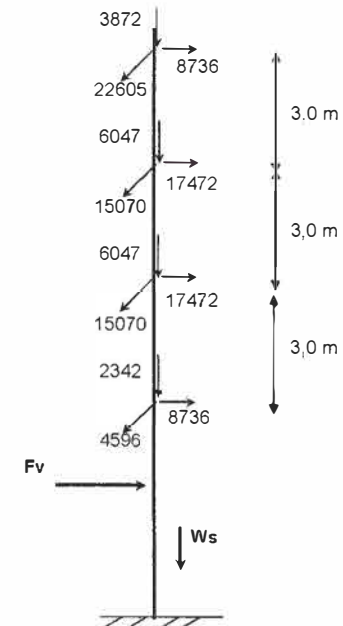
$Fv = 232 \times A \times Ff$
 $Ff = 1,0$: Postes Metálicos y/o madera

Notas:

- (1) Todas las magnitudes en N
- (2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "A60"

HIPÓTESIS II III Y IV: ROTURA DEL CONDUCTOR PRINCIPAL DE UNA FASE



FV
 FL

FV = Fuerza Vertical
 FL = Fuerza Longitudinal
 FT = Fuerza Transversal

Fv = Fuerza del viento
 Ws = Peso Propio
 A = Área Projectada (m^2)

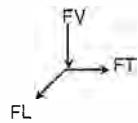
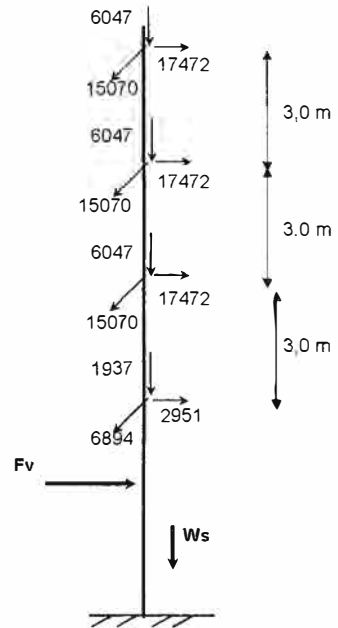
$Fv = 232 \times A \times Ff$
 $Ff = 1,0$: Postes Metálicos y/o madera

Notas:

- (1) Todas las magnitudes en N
- (2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "A60"

HIPÓTESIS V: ROTURA DEL CABLE DE COMUNICACIONES



FV = Fuerza Vertical
 FL = Fuerza Longitudinal
 FT = Fuerza Transversal

Fv= Fuerza del viento
 Ws = Peso Propio
 A= Área Proyectada (m²)

Fv= 232 x A x Ff
 Ff = 1,0 : Postes Metálicos y/o
 madera

Notas:

(1) Todas las magnitudes en N

(2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

ESTRUCTURA TIPO "A60" (Angulo Mediano 60°)

Datos del conductor:

Material:	Aleación de Aluminio	Cable Comunicaciones
Denominación:	AAAC (6210)	ADSS
Sección (mm ²):	240.0	115.0
Diámetro (mm):	20.5	12.1
Peso unitario (N/m):	6.4	1.2
Minima carga de rotura (N):	65982.1	

Consideraciones:

Peso operario con herramientas (N):	981.0	981.0
Peso de aisladores (N):	150.0	40.0
Velocidad del viento máxima (km/h):	70	70
Presión del viento (N/m ²):	232	232

	Conductor Principal (AAAC-240)	
	Condic. Normal del conductor	Condic. de Rotura del conductor
Tiro Izquierdo(N):	13700	0
Tiro Derecho(N):	13700	13700
Ángulo (°):	60	60
Vano viento (m):	180	90
Vano peso (m):	450	225
Fuerza Vertical (N):	6047	3872
Fuerza Longitudinal (N):	0	22605
Fza Transversal viento(N):	740.64	370.32
Fza Transversal conduct(N):	13700.00	6850.00
Fuerza Transversal (N):	24457	12228

	Cable Comunicaciones (ADSS)	
	Condic. normal del cable	Condic. de Rotura del cable
Tiro Izquierdo(N):	4178	0
Tiro Derecho(N):	4178	4178
Ángulo (°):	60	60
Vano viento (m):	180	90
Vano peso (m):	450	225
Fuerza Vertical (N):	2342	1937
Fuerza Longitudinal (N):	0	6894
Fza Transversal viento(N):	437.16	218.58
Fza Transversal conduct(N):	4178.00	2089.00
Fuerza Transversal (N):	7987	3993

Nota:

$$FV = FV_{COND} + FV_{AISL} + FV_{OPER}$$

$$FL = FL_{TIRO}$$

$$FT = FT_{TIRO} + FT_{COND}$$

donde:

FV_{COND}: Fuerza vertical debida al peso del conductor

FV_{AISL}: Fuerza vertical debida al peso de la cadena de aisladores

FV_{OPER}: Fuerza vertical debida al peso del operario

FL_{TIRO}: Fuerza longitudinal debido al tiro sobre el conductor

FT_{COND}: Fuerza transversal debido a la presión del viento sobre el conductor

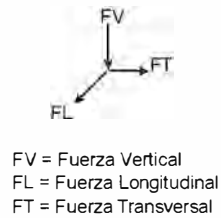
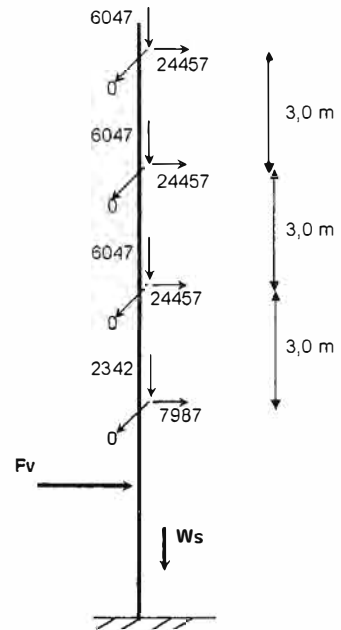
FT_{TIRO}: Fuerza transversal debido al tiro sobre el conductor

Factor de sobrecarga:	Grado B
Vertical	1.5
Longitudinal	1.65
Transversal-Viento	2.5
Transversal-Tensión cond.	1.65

Factor de resistencia:	Grado B
Estructura de metal	1
Estructura de madera	0.65

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "A60"

HIPÓTESIS VI: CONDICIONES NORMALES



Fv= Fuerza del viento
 Ws= Peso Propio
 A= Área Proyectada (m²)

Fv= 232 x A x Ff
 Ff = 1,0 , Postes Metálicos y/o
 madera

Notas:

- (1) Todas las magnitudes en N
- (2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

ESTRUCTURA TIPO "A90" (Terminal 90°)

Datos del conductor:

	Aleación de Aluminio	Cable Comunicaciones
Material:	AAAC (6210)	ADSS
Denominación:	AAAC (6210)	ADSS
Sección (mm ²):	240.0	115.0
Diámetro (mm):	20.5	12.1
Peso unitario (N/m):	6.4	1.2
Mínima carga de rotura (N):	65982.1	

Consideraciones:

Peso operario con herramientas (N):	981.0	981.0
Peso de aisladores (N):	150.0	40.0
Velocidad del viento máxima (km/h):	70	70
Presión del viento (N/m ²):	232	232

	Conductor Principal (AAAC-240)	
	Condic. Normal del conductor	Condic. de Rotura del conductor
Tiro Izquierdo (N):	13700	0
Tiro Derecho (N):	13700	13700
Ángulo (°):	0	0
Vano viento (m):	180	90
Vano peso (m):	450	225
Fuerza Vertical (N):	6047	0
Fuerza Longitudinal (N):	22605	0
Fza Transversal viento(N):	855.22	0.00
Fza Transversal conduct(N):	0.00	0.00
Fuerza Transversal (N):	2138	0

	Cable Comunicaciones (ADSS)	
	Condic. normal del cable	Condic. de Rotura del cable
Tiro Izquierdo (N):	4178	0
Tiro Derecho (N):	4178	4178
Ángulo (°):	0	0
Vano viento (m):	180	90
Vano peso (m):	450	225
Fuerza Vertical (N):	2342	0
Fuerza Longitudinal (N):	6894	0
Fza Transversal viento(N):	504.79	0.00
Fza Transversal conduct(N):	0.00	0.00
Fuerza Transversal (N):	1262	0

Nota:

$$FV = FV_{COND} + FV_{AISL} + FV_{OPER}$$

$$FL = FL_{TIRO}$$

$$FT = FT_{TIRO} + FT_{COND}$$

donde:

FV_{COND} : Fuerza vertical debida al peso del conductor

FV_{AISL} : Fuerza vertical debida al peso de la cadena de aisladores

FV_{OPER} : Fuerza vertical debida al peso del operario

FL_{TIRO} : Fuerza longitudinal debido al tiro sobre el conductor

FT_{COND} : Fuerza transversal debido a la presión del viento sobre el conductor

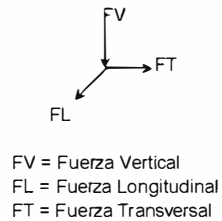
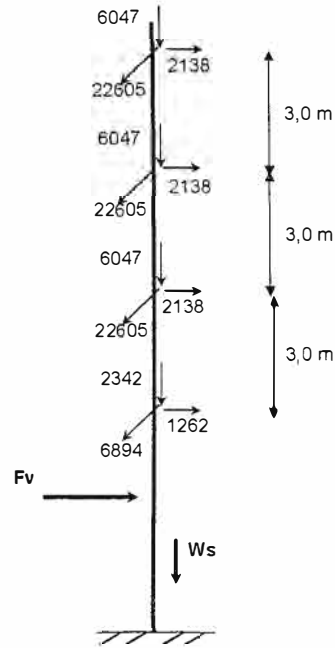
FT_{TIRO} : Fuerza transversal debido al tiro sobre el conductor

Factor de sobrecarga:	Grado B
Vertical	1.5
Longitudinal	1.65
Transversal-Viento	2.5
Transversal-Tensión cond.	1.65

Factor de resistencia:	Grado B
Estructura de metal	1
Estructura de madera	0.65

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "A90"

HIPÓTESIS I: CONDICIONES NORMALES

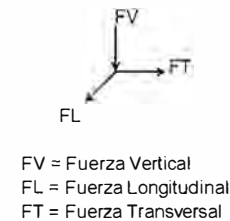
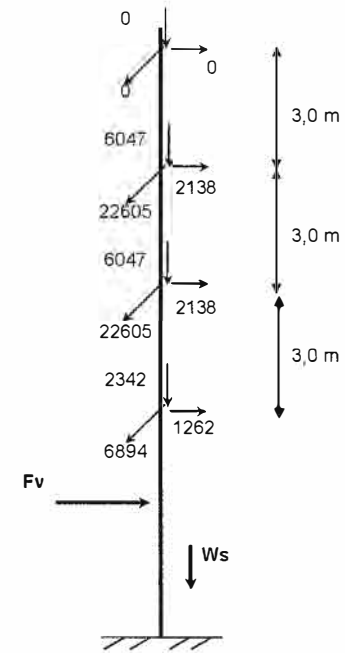


Fv= Fuerza del viento
 Ws= Peso Propio
 A= Área Projectada (m²)
 $Fv = 232 \times A \times Ff$
 $Ff = 1,0$: Postes Metálicos y/o maderas

- Notas:
 (1) Todas las magnitudes en N
 (2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "A90"

HIPÓTESIS II III Y IV: ROTURA DEL CONDUCTOR PRINCIPAL DE UNA FASE

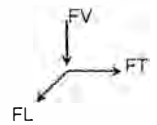
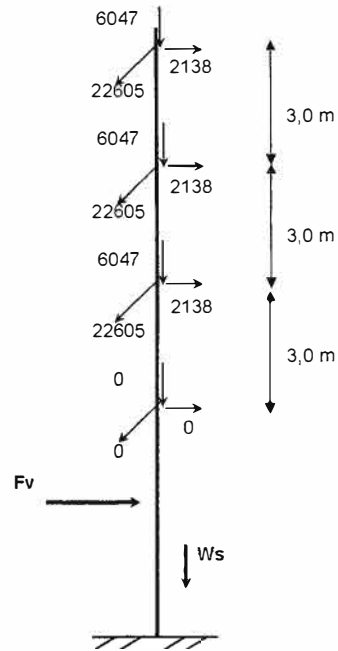


Fv= Fuerza del viento
 Ws= Peso Propio
 A= Área Projectada (m²)
 $Fv = 232 \times A \times Ff$
 $Ff = 1,0$: Postes Metálicos y/o maderas

- Notas:
 (1) Todas las magnitudes en N
 (2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "A90"

HIPÓTESIS V: ROTURA DEL CABLE DE COMUNICACIONES



F_V = Fuerza Vertical
 F_L = Fuerza Longitudinal
 F_T = Fuerza Transversal

F_v = Fuerza del viento
 W_s = Peso Propio
 A = Área Proyectada (m^2)

$F_v = 232 \times A \times F_f$
 $F_f = 1,0$: Postes Metálicos y/o
madera

Notas:

(1) Todas las magnitudes en N

(2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

ESTRUCTURA TIPO "A90" (Angulo Mayor 90°)

Datos del conductor:

	Material:	Aleación de Aluminio	Cable Comunicaciones
	Denominación:	AAAC (6210)	ADSS
	Sección (mm ²):	240.0	115.0
	Diámetro (mm):	20.5	12.1
	Peso unitario (N/m):	6.4	1.2
	Mínima carga de rotura (N):	65982.1	

Consideraciones:

Peso operario con herramientas (N):	981.0	981.0
Peso de aisladores (N):	150.0	40.0

Velocidad del viento máxima (km/h):	70	70
Presión del viento (N/m ²):	232	232

	Conductor Principal (AAAC-240)	
	Condic. Normal del conductor	Condic. de Rotura del conductor
Tiro Izquierdo (N):	13700	0
Tiro Derecho (N):	13700	13700
Angulo (°):	90	90
Vano viento (m):	180	90
Vano peso (m):	450	225
Fuerza Vertical (N):	6047	3872
Fuerza Longitudinal (N):	4521	22605
Fza Transversal viento(N):	604.73	302.37
Fza Transversal conduct(N):	19374.73	9687.36
Fuerza Transversal (N):	33480	16740

	Cable Comunicaciones (ADSS)	
	Condic. normal del cable	Condic. de Rotura del cable
Tiro Izquierdo (N):	4178	0
Tiro Derecho (N):	4178	4178
Angulo (°):	90	90
Vano viento (m):	180	90
Vano peso (m):	450	225
Fuerza Vertical (N):	2342	1937
Fuerza Longitudinal (N):	1379	6894
Fza Transversal viento(N):	356.94	178.47
Fza Transversal conduct(N):	5908.58	2954.29
Fuerza Transversal (N):	10642	5321

Nota:

$$FV = FV_{COND} + FV_{AISL} + FV_{OPER}$$

$$FL = FL_{TIRO}$$

$$FT = FT_{TIRO} + FT_{COND}$$

donde:

FV_{COND}: Fuerza vertical debida al peso del conductor

FV_{AISL}: Fuerza vertical debida al peso de la cadena de aisladores

FV_{OPER}: Fuerza vertical debida al peso del operario

FL_{TIRO}: Fuerza longitudinal debido al tiro sobre el conductor

FT_{COND}: Fuerza transversal debido a la presión del viento sobre el conductor

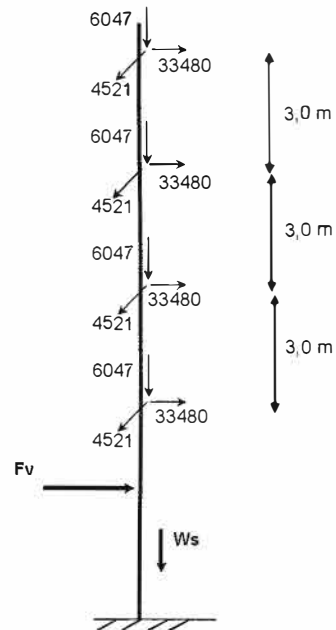
FT_{TIRO}: Fuerza transversal debido al tiro sobre el conductor

Factor de sobrecarga:	Grado B
Vertical	1.5
Longitudinal	1.65
Transversal-Viento	2.5
Transversal-Tensión cond.	1.65

Factor de resistencia:	Grado B
Estructura de metal	1
Estructura de madera	0.65

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "A90"

HIPÓTESIS VI: CONDICIONES NORMALES



FV = Fuerza Vertical
 FL = Fuerza Longitudinal
 FT = Fuerza Transversal

F_v = Fuerza del viento
 W_s = Peso Propio
 A = Área Projectada (m^2)

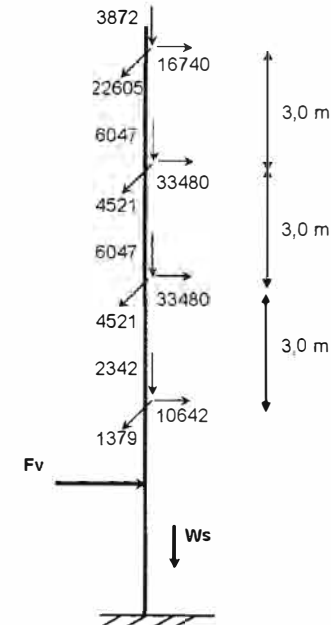
$F_v = 232 \times A \times F_f$
 $F_f = 1,0$: Postes Metálicos y/o maderas

Notas:

- (1) Todas las magnitudes en N
- (2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "A90"

HIPÓTESIS VII VIII Y IX: ROTURA DEL CONDUCTOR PRINCIPAL DE UNA FASE



FV = Fuerza Vertical
 FL = Fuerza Longitudinal
 FT = Fuerza Transversal

F_v = Fuerza del viento
 W_s = Peso Propio
 A = Área Projectada (m^2)

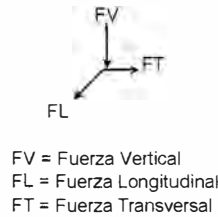
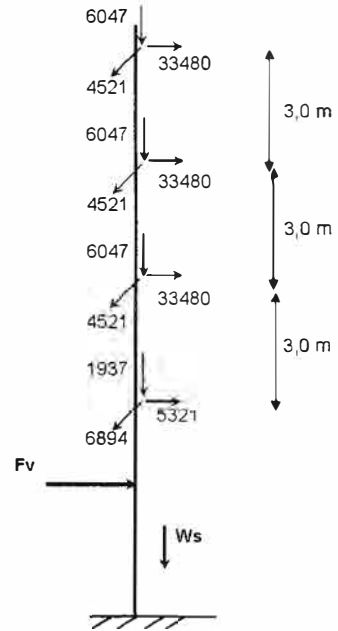
$F_v = 232 \times A \times F_f$
 $F_f = 1,0$: Postes Metálicos y/o maderas

Notas:

- (1) Todas las magnitudes en N
- (2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

DIAGRAMA DE CARGAS DE ESTRUCTURA TIPO "A90"

HIPÓTESIS X: ROTURA DEL CABLE DE GUAR5DA



Fv= Fuerza del viento
 Ws = Peso Propio
 A= Área Proyectada (m²)

Fv= 232 x A x Ff
 Ff = 1,0 ; Postes Metálicos y/o
 madera

FV = Fuerza Vertical
 FL = Fuerza Longitudinal
 FT = Fuerza Transversal

Notas:

(1) Todas las magnitudes en N

(2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

DIAGRAMA DE CARGAS DEL PORTICO
(EDS inicial = 10%)

Datos del conductor:

	Material:	Aleación de Aluminio	Cable Comunicaciones
	Denominación:	AAAC (6210)	ADSS
	Sección (mm2):	240.0	115.0
	Diámetro (mm):	20.5	12.1
	Peso unitario (N/m):	6.4	1.2
	Mínima carga de rotura (N):	65982.1	

Consideraciones:

Peso operario con herramientas (N):	981.0	981.0
Peso de aisladores (N):	150.0	40.0

Velocidad del viento máxima (km/h):	70	70
Presión del viento (N/m2):	232	232

	Conductor Principal (AAAC-240)	
	Condic. Normal del conductor	Condic. de Rotura del conductor
Tiro Izquierdo(N):	10000	0
Tiro Derecho(N):	10000	10000
Angulo (°):	0	0
Vano viento (m):	100	50
Vano peso (m):	200	100
Fuerza Vertical (N):	3630	0
Fuerza Longitudinal (N):	16500	0
Fza Transversal viento(N):	475.12	0.00
Fza Transversal conduct(N):	0.00	0.00
Fuerza Transversal (N):	1188	0

	Cable Comunicaciones (ADSS)	
	Condic. normal del cable	Condic. de Rotura del cable
Tiro Izquierdo(N):	1000	0
Tiro Derecho(N):	1000	1000
Angulo (°):	0	0
Vano viento (m):	100	50
Vano peso (m):	200	100
Fuerza Vertical (N):	1892	0
Fuerza Longitudinal (N):	1650	0
Fza Transversal viento(N):	280.44	0.00
Fza Transversal conduct(N):	0.00	0.00
Fuerza Transversal (N):	701	0

Nota:

$$FV = FV_{COND} + FV_{AISL} + FV_{OPER}$$

$$FL = FL_{TIRO}$$

$$FT = FT_{TIRO} + FT_{COND}$$

donde:

FV_{COND} : Fuerza vertical debida al peso del conductor

FV_{AISL} : Fuerza vertical debida al peso de la cadena de aisladores

FV_{OPER} : Fuerza vertical debida al peso del operario

FL_{TIRO} : Fuerza longitudinal debido al tiro sobre el conductor

FT_{COND} : Fuerza transversal debido a la presión del viento sobre el conductor

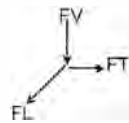
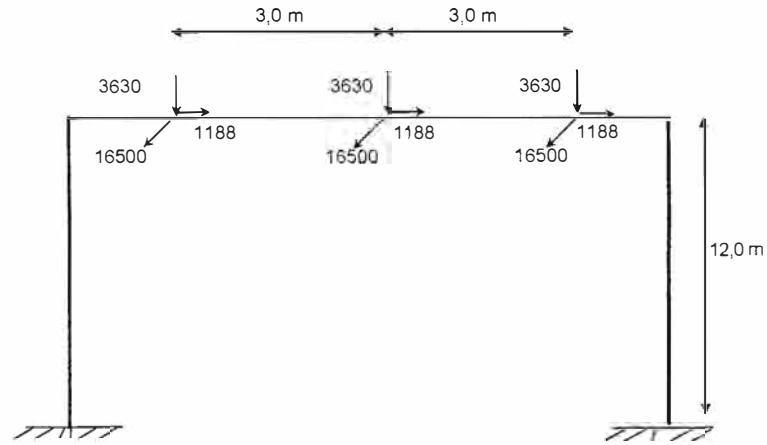
FT_{TIRO} : Fuerza transversal debido al tiro sobre el conductor

Factor de sobrecarga:	Grado B
Vertical	1.5
Longitudinal	1.65
Transversal-Viento	2.5
Transversal-Tensión cond.	1.65

Factor de resistencia:	Grado B
Estructura de metal	1
Estructura de madera	0.65

DIAGRAMA DE CARGAS DEL PORTICO

HIPÓTESIS I: CONDICIONES NORMALES



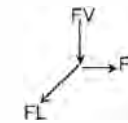
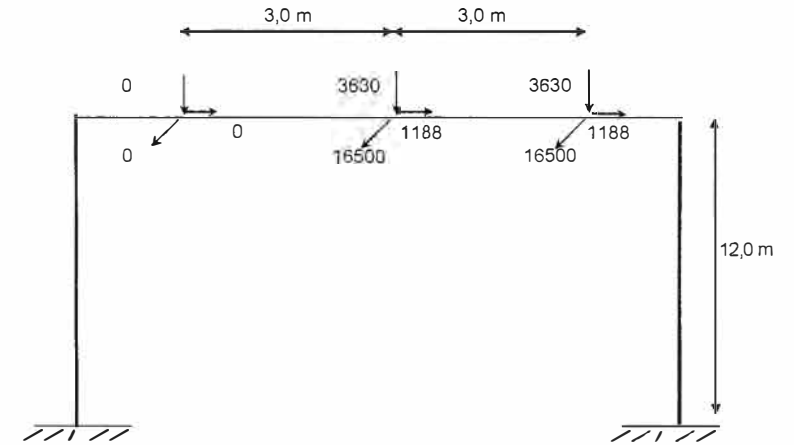
FV = Fuerza Vertical
FL = Fuerza Longitudinal
FT = Fuerza Transversal

Notas:

- (1) Todas las magnitudes en N
- (2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

DIAGRAMA DE CARGAS DEL PORTICO

HIPÓTESIS II III Y IV: ROTURA DEL CONDUCTOR PRINCIPAL DE UNA FASE



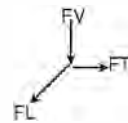
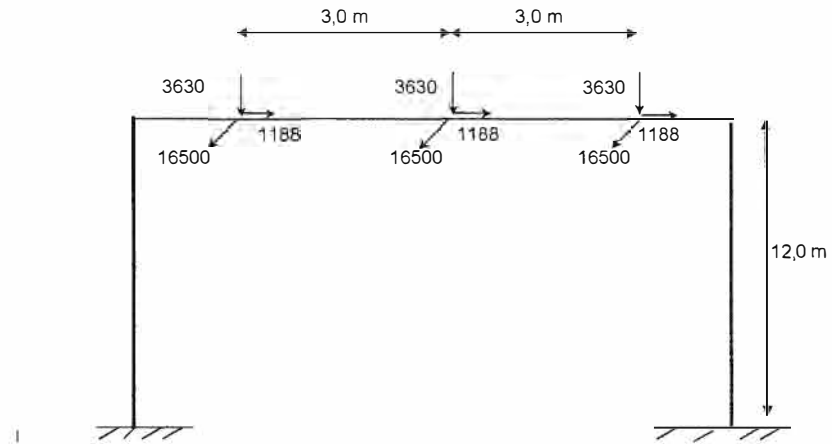
FV = Fuerza Vertical
FL = Fuerza Longitudinal
FT = Fuerza Transversal

Notas:

- (1) Todas las magnitudes en N
- (2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

DIAGRAMA DE CARGAS DEL PORTICO

HIPÓTESIS V: ROTURA DEL CABLE DE COMUNICACIONES



FV = Fuerza Vertical
FL = Fuerza Longitudinal
FT = Fuerza Transversal

Notas:

(1) Todas las magnitudes en N

(2) Las cargas se encuentran con sus factores de sobrecarga y factores de resistencia

ANEXO D: CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS

POSTE DE MADERA TIPO S5A (0°)

DATOS GENERALES

Tipo de estructura	S5A	Alineam. 0°- 5°
Tipo de Poste	70/1	
Velocidad del viento	70.0	km/h
Presión del viento	231.77	Pa
Area en poste x la Fza del viento	5.78	m ²
Alt. en poste x Presión de viento	8.21	m
Fza- Presion del viento/poste	1338.70	N

GRADO DE CONSTRUCCIÓN

Grado Tipo	B
Factores de Sobrecarga	
F. Transversal viento	2.50
F. Transver. Tension Alambre	1.65
F. Vertical	1.50
Factores de resistencia	
Estr. de madera	0.65
Retenida	0.9

DATOS DEL CONDUCTOR PRINCIPAL

Sección:	240	mm ²	AAAC
Dia. Cond. (Dc):	20.50	mm	
Carga unit. conductor :	6.45	N/m	
Carga unit. por viento:	4.75	N/m	
Carga unit. resultante:	8.01	N/m	
H CP 1 (m)	18.35		
H CP 2 (m)	16.85		
HCP 3 (m):	15.35		

DATOS DEL CONDUCTOR ADSS

Sección (mm ²):	115
Diámetro (mm):	12.1
Carga unit. (N/m):	1.18
Carga unit/Vient (N/m):	2.80
Carga unit. Reste (N/m):	3.04
H CN (m):	12.9

DATOS DE LA ESTRUCTURA

Tipo de Estructura:	PINO
Clase:	70/1
Altura (m):	21.34
H. Empotramiento (m):	2.73
D. Punta (mm):	201
D. L. Empotramiento (mm):	420
Ci. Empotra (cm):	131.95
C. Rotura (N):	20400
Max. Est. Flexion (Mpa):	60
M.E. (Mpa):	17658

DATOS DE RETENIDA

Angulo de retenida	37.00	grados
Carga Rotura Reten	30920.0	N

ALTURA DE RETENIDAS

Hr1	18.10	m
Hr2	18.60	m
Hr3	18.60	m

S / RET	C/RET	V. Lateral =	500	Número Retenidas:	0
V. Viento	225				

Vano Viento (m)	ANGULO TOPOGRÁFICO 0°										Momento Resultante		Esfuerzo		Fuerza		Indicador	Deflexión		Flexión (Con Factor Sobrecarga y FR)		Retenida		Cable retenida		Compresión del poste				
	Tiro H. CP (N)	Fuerza viento/CP (N)	Tiro H. CC (N)	Fuerza viento/CC (N)	Fuerza Tiro/CP (N)	Fuerza Tiro/CC (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)	MRN-DGE (N-m)	MRN-CNE (N-m)	Total Empot. (Mpa)	Equival. Punta (N)	de vano	Y (mm)		δ % <= 4%	C.S. >1	Requiere Retenida	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vertical (N)	N° Retenida	Tiro Cable (N)	C/RET	Cargas Verticales Peso (N)	TOTAL (N)	Momento Inercia	Carga Crítica	Coef. Segur. >2
	10	14601.4	47.5	1500.0	28.0	0.0	0.0	10987.8	2762.5	0.0	4637.0	18387.3	41331.2	5.75	2258.2	5.87		0.0005	0.869	6.785	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	23011.1	23011.1	73099.4	388761.1
20	14580.6	95.0	1500.0	56.1	0.0	0.0	10987.8	5525.0	0.0	4849.7	21382.5	48556.6	6.75	2653.0	5.00	0.0006	1.010	5.775	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	23508.3	23508.3	73099.4	388761.1	16.54	
30	14546.4	142.5	1500.0	84.1	0.0	0.0	10987.8	8287.5	0.0	5062.4	24337.7	55781.9	7.76	3047.8	4.35	0.0008	1.150	5.027	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	24005.5	24005.5	73099.4	388761.1	16.19	
40	14500.0	190.0	1500.0	112.2	0.0	0.0	10987.8	11050.1	0.0	5275.1	27312.0	63007.2	8.76	3442.6	3.85	0.0007	1.291	4.451	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	24502.7	24502.7	73099.4	388761.1	15.87	
50	14442.4	237.6	1500.0	140.2	0.0	0.0	10987.8	13812.6	0.0	5487.8	30288.1	70232.5	9.77	3837.3	3.46	0.0008	1.432	3.993	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	24999.9	24999.9	73099.4	388761.1	15.55	
60	14375.2	285.1	2800.0	168.3	0.0	0.0	10987.8	16575.1	0.0	5700.5	33263.3	77457.9	10.77	4232.1	3.13	0.0009	1.572	3.620	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	25497.1	25497.1	73099.4	388761.1	15.25	
70	14300.1	332.6	2800.0	196.3	0.0	0.0	10987.8	19337.6	0.0	5913.1	36236.5	84683.2	11.78	4626.9	2.87	0.0009	1.713	3.311	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	25994.3	25994.3	73099.4	388761.1	14.96	
80	14218.8	380.1	2800.0	224.4	0.0	0.0	10987.8	22100.1	0.0	6125.8	39213.7	91908.5	12.78	5021.7	2.64	0.0010	1.853	3.051	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	26491.4	26491.4	73099.4	388761.1	14.67	
90	14133.1	427.6	2800.0	252.4	0.0	0.0	10987.8	24862.6	0.0	6338.5	42188.9	99133.8	13.79	5416.4	2.45	0.0011	1.994	2.829	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	26988.6	26988.6	73099.4	388761.1	14.40	
100	14044.6	475.1	2800.0	280.4	0.0	0.0	10987.8	27625.2	0.0	6551.2	45164.2	106359.2	14.79	5811.2	2.28	0.0012	2.135	2.637	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	27485.8	27485.8	73099.4	388761.1	14.14	
110	13955.1	522.6	3700.0	308.5	0.0	0.0	10987.8	30387.7	0.0	6763.9	48139.4	113584.5	15.80	6206.0	2.14	0.0012	2.275	2.469	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	27983.0	27983.0	73099.4	388761.1	13.89	
120	13865.7	570.1	3700.0	338.5	0.0	0.0	10987.8	33150.2	0.0	6976.6	51114.6	120809.8	16.80	6600.8	2.01	0.0013	2.416	2.321	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	28480.2	28480.2	73099.4	388761.1	13.65	
130	13777.8	617.7	3700.0	364.6	0.0	0.0	10987.8	35912.7	0.0	7189.3	54089.8	128035.1	17.81	6995.5	1.90	0.0014	2.557	2.190	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	28977.4	28977.4	73099.4	388761.1	13.42	
140	13692.3	665.2	3700.0	392.6	0.0	0.0	10987.8	38675.2	0.0	7402.0	57065.0	135260.5	18.81	7390.3	1.79	0.0015	2.697	2.073	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	29474.6	29474.6	73099.4	388761.1	13.19	
150	13609.9	712.7	3700.0	420.7	0.0	0.0	10987.8	41437.7	0.0	7614.7	60040.2	142485.8	19.82	7785.1	1.70	0.0016	2.838	1.968	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	29971.7	29971.7	73099.4	388761.1	12.97	
160	13531.2	760.2	4300.0	448.7	0.0	0.0	10987.8	44200.2	0.0	7827.4	63015.4	149711.1	20.82	8179.9	1.62	0.0016	2.978	1.873	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	30468.9	30468.9	73099.4	388761.1	12.76	
170	13456.5	807.7	4300.0	476.7	0.0	0.0	10987.8	46962.8	0.0	8040.1	65990.6	156936.4	21.83	8574.6	1.55	0.0017	3.119	1.787	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	30966.1	30966.1	73099.4	388761.1	12.55	
180	13385.9	855.2	4300.0	504.8	0.0	0.0	10987.8	49725.3	0.0	8252.7	68965.8	164161.8	22.83	8989.4	1.48	0.0018	3.260	1.708	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	31463.3	31463.3	73099.4	388761.1	12.36	
190	13319.6	902.7	4300.0	532.8	0.0	0.0	10987.8	52487.8	0.0	8465.4	71941.0	171387.1	23.84	9364.2	1.42	0.0019	3.400	1.636	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	31960.5	31960.5	73099.4	388761.1	12.16	
200	13257.6	950.2	4300.0	560.9	0.0	0.0	10987.8	55250.3	0.0	8678.1	74916.2	178612.4	24.84	9759.0	1.36	0.0019	3.541	1.570	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	32457.7	32457.7	73099.4	388761.1	11.98	
210	13199.7	997.8	2539.1	588.9	0.0	0.0	10987.8	58012.8	0.0	8890.6	77891.4	185837.7	25.85	10153.7	1.31	0.0020	3.681	1.509	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	32954.9	32954.9	73099.4	388761.1	11.80	
220	13145.7	1045.3	2583.2	617.0	0.0	0.0	10987.8	60775.3	0.0	9103.5	80866.6	193083.1	26.85	10548.5	1.26	0.0021	3.822	1.452	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	33452.0	33452.0	73099.4	388761.1	11.62	
230	13095.5	1092.8	2625.8	645.0	0.0	0.0	10987.8	63537.9	0.0	9316.2	83841.8	200288.4	27.86	10943.3	1.21	0.0022	3.963	1.400	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	33949.2	33949.2	73099.4	388761.1	11.45	
240	13048.8	1140.3	2667.2	673.1	0.0	0.0	10987.8	66300.4	0.0	9528.9	86817.0	207513.7	28.86	11338.1	1.17	0.0022	4.103	1.351	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	34446.4	34446.4	73099.4	388761.1	11.29	
250	13005.5	1187.8	2707.3	701.1	0.0	0.0	10987.8	69062.9	0.0	9741.6	89792.2	214739.0	29.87	11732.8	1.13	0.0023	4.244	1.306	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	34943.6	34943.6	73099.4	388761.1	11.13	
260	12965.3	1235.3	2746.1	729.1	0.0	0.0	10987.8	71825.4	0.0	9954.3	92787.5	221964.4	30.87	12127.8	1.09	0.0024	4.385	1.263	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	35440.8	35440.8	73099.4	388761.1	10.97	
270	12927.9	1282.8	2783.7	757.2	0.0	0.0	10987.8	74587.9	0.0	10167.0	95742.7	229189.7	31.88	12522.4	1.06	0.0025	4.525	1.224	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	35938.0	35938.0	73099.4	388761.1	10.82	
280	12893.3	1330.3	2820.2	785.2	0.0	0.0	10987.8	77350.4	0.0	10379.6	98717.9	236415.0	32.88	12917.2	1.03	0.0025	4.666	1.186	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	36435.2	36435.2	73099.4	388761.1	10.67	
290	12861.1	1377.9	28																											

POSTE DE MADERA TIPO S6A (2°)

DATOS GENERALES

Tipo de estructura	S5A
Tipo de Poste	70/1
Velocidad del viento	70.0 km/h
Presión del viento	231.77 Pa
Area en poste x la Fza del viento	5.78 m ²
Alt. en poste x Presión de viento	8.21 m
Fza-Presion del viento/poste	1338.70 N

Alineam. 0°- 5°	
Factores de Sobrecarga	
F. Transversal viento	2.50
F. Transver.Tenston Alambre	1.65
F. Vertical	1.50
Factores de resistencia	
Estr. de madera	0.65
Retenida	0.9

GRADO DE CONSTRUCCIÓN

Grado Tipo	B
Factores de Sobrecarga	
F. Transversal viento	2.50
F. Transver.Tenston Alambre	1.65
F. Vertical	1.50
Factores de resistencia	
Estr. de madera	0.65
Retenida	0.9

DATOS DEL CONDUCTOR PRINCIPAL

Sección:	240 mm ²	AAAC
Dia.Cond.(Dc):	20.50 mm	
Carga unil. conductor:	8.45 N/m	
Carga unil. Por viento:	4.75 N/m	
Carga unil. resultante:	8.01 N/m	
H CP 1 (m):	18.35	
H CP2 (m):	16.85	
HCP3 (m):	15.35	

DATOS DEL CONDUCTOR ADSS

Sección (mm ²):	115
Diámetro (mm):	12.1
Carga unil. (N/m):	1.18
Carga unil/Vient (N/m):	2.80
Carga unil. Reste (N/m):	3.04
H CN (m):	12.9

DATOS DE LA ESTRUCTURA

Tipo de Estructura:	PIÑO
Clase:	70/1
Altura (m):	21.34
H. Empotramiento (m):	2.73
D. Punta (mm):	201
D. L. Empotramiento (mm):	420
Cl. Empotra (cm):	131.95
C. Rotura (N):	20400
Max. Esf. Flexion (Mpa):	60
M.E. (Mpa):	17658

DATOS DE RETENIDA

Angulo de retenida:	37.00	grados
Carga Rotura Reten.	30920.0	N

ALTURA DDE RETENIDAS

Hr1	18.10	m
Hr2	18.80	m
Hr3	18.80	m

K: 1

S / RET	C/RET	V. Viento	137	V Lateral =	500	Número Retenidas:	0
---------	-------	-----------	-----	-------------	-----	-------------------	---

Vano Viento (m)	ANGULO TOPOGRAFICO 2°										Momento Resultante		Esfuerzo		Fuerza		Indicador		Deflexión		Flexión (Con Factor Sobrecarga y FR)		Retenida		Cable retenida		Compresión del poste			
	Tiro H. CP (N)	Fuerza viento/CP (N)	Tiro H. CC (N)	Fuerza viento/CC (N)	Fuerza Tiro/CP (N)	Fuerza Tiro/CC (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)	MRN-DGE (N-m)	MRN-CNE (N-m)	Total Empot. (Mpa)	Equival. Punta (N)	de vano Máximo	Y (mm)	δ % <= 4%	C.S. >1	Requiere Retenida	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vertical (N)	N° Retenid.	Tiro Cable (N)	C/RET	Cargas Verticales (N)	TOTAL (N)	Momento Inercia cm ⁴	Carga Critica N	Coef. Segur. >2	
	10	14601.4	47.5	1500.0	28.0	509.7	52.4	10987.8	2762.1	26439.9	4637.0	44826.7	84956.0	11.82	4641.8	2.86	0.0012	2.119	3.301	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	23011.1	23011.1	73099.4	388761.1	18.89
20	14580.6	95.0	1500.0	56.1	508.9	52.4	10987.8	5524.2	26403.1	4849.7	47764.8	92119.7	12.81	5033.2	2.63	0.0012	2.258	3.044	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	23508.3	23508.3	73099.4	388761.1	16.54	
30	14546.4	142.5	1500.0	84.1	507.7	52.4	10987.8	8286.3	26342.8	5062.4	50679.2	92444.4	13.80	5422.5	2.45	0.0013	2.395	2.826	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	24005.5	24005.5	73099.4	388761.1	16.19	
40	14500.0	190.0	1500.0	112.2	506.1	52.4	10987.8	11048.4	26260.9	5275.1	53572.1	106333.5	14.79	5809.8	2.28	0.0014	2.532	2.637	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	24502.7	24502.7	73099.4	388761.1	15.87	
50	14442.4	237.5	1500.0	140.2	504.1	52.4	10987.8	13810.5	26159.3	5487.8	58445.3	113390.1	15.77	8195.4	2.14	0.0015	2.668	2.473	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	24999.9	24999.9	73099.4	388761.1	15.55	
60	14375.2	285.0	2800.0	168.2	501.8	97.7	10987.8	18572.6	26623.9	5700.5	59884.7	121381.0	16.88	6632.0	2.00	0.0015	2.830	2.310	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	25497.1	25497.1	73099.4	388761.1	15.25	
70	14300.1	332.5	2800.0	196.3	499.1	97.7	10987.8	19334.7	26491.3	5913.0	62726.9	126386.6	17.86	7014.7	1.89	0.0018	2.965	2.184	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	25994.3	25994.3	73099.4	388761.1	14.96	
80	14218.8	380.0	2800.0	224.3	496.3	97.7	10987.8	22096.8	26347.9	6125.8	85558.3	135374.1	18.83	7396.5	1.79	0.0017	3.099	2.071	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	26491.4	26491.4	73099.4	388761.1	14.67	
90	14133.1	427.5	2800.0	252.4	493.3	97.7	10987.8	24858.9	26196.6	6338.5	68381.8	142348.8	19.80	7777.6	1.70	0.0018	3.232	1.970	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	26988.6	26988.6	73099.4	388761.1	14.40	
100	14044.6	475.0	2800.0	280.4	490.2	97.7	10987.8	27620.9	26040.5	6551.2	71200.4	149315.4	20.77	8158.2	1.63	0.0018	3.365	1.878	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	27485.8	27485.8	73099.4	388761.1	14.14	
110	13955.1	522.6	3700.0	308.4	487.1	129.1	10987.8	30383.0	26286.3	6763.9	74421.0	156945.3	21.83	8575.1	1.55	0.0019	3.517	1.787	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	27983.0	27983.0	73099.4	388761.1	13.89	
120	13865.7	570.1	3700.0	336.5	484.0	129.1	10987.8	33145.1	26128.5	6976.6	77238.0	163909.2	22.80	8955.6	1.48	0.0020	3.651	1.711	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	28480.2	28480.2	73099.4	388761.1	13.65	
130	13777.8	617.6	3700.0	364.5	480.9	129.1	10987.8	35907.2	25973.4	7189.3	80057.7	170877.6	23.77	9338.3	1.42	0.0021	3.784	1.641	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	28977.4	28977.4	73099.4	388761.1	13.42	
140	13692.3	665.1	3700.0	392.6	477.9	129.1	10987.8	38669.3	25822.5	7402.0	82881.6	177852.9	24.74	9717.5	1.36	0.0021	3.917	1.577	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	29474.6	29474.6	73099.4	388761.1	13.19	
150	13609.9	712.6	3700.0	420.6	475.1	129.1	10987.8	41431.4	25677.1	7614.7	85711.0	184837.2	25.71	10099.1	1.31	0.0022	4.051	1.517	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	29971.7	29971.7	73099.4	388761.1	12.97	
160	13531.2	760.1	4300.0	448.6	472.3	150.1	10987.8	44193.5	25807.4	7827.4	88816.1	192276.5	26.74	10505.5	1.26	0.0023	4.198	1.458	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	30468.9	30468.9	73099.4	388761.1	12.76	
170	13456.5	807.6	4300.0	476.7	469.7	150.1	10987.8	46955.6	25675.6	8040.1	91659.0	199283.3	27.72	10888.4	1.22	0.0024	4.332	1.407	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	30966.1	30966.1	73099.4	388761.1	12.55	
180	13385.9	855.1	4300.0	504.7	467.2	150.1	10987.8	49717.7	25551.0	8252.7	94509.2	206302.0	28.69	11271.9	1.18	0.0024	4.467	1.359	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	31463.3	31463.3	73099.4	388761.1	12.36	
190	13319.6	902.6	4300.0	532.8	464.9	150.1	10987.8	52479.8	25434.0	8465.4	97367.0	213333.2	29.67	11656.0	1.14	0.0025	4.602	1.314	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	31960.5	31960.5	73099.4	388761.1	12.16	
200	13257.6	950.1	4300.0	560.8	462.8	150.1	10987.8	55241.9	25324.6	8678.1	100232.4	220376.9	30.65	12040.9	1.10	0.0026	4.737	1.272	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	32457.7	32457.7	73099.4	388761.1	11.98	
210	13199.7	997.6	2539.1	588.8	460.7	88.6	10987.8	58004.0	24432.5	8890.8	102315.0	226129.2	31.45	12355.2	1.07	0.0026	4.836	1.240	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	32954.9	32954.9	73099.4	388761.1	11.80	
220	13145.7	1045.1	2583.2	618.9	458.8	90.2	10987.8	60766.1	24356.9	9103.5	105214.3	233228.8	32.44	12743.1	1.04	0.0027	4.973	1.202	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	33452.0	33452.0	73099.4	388761.1	11.62	
230	13095.5	1092.6	2625.8	644.9	457.1	91.7	10987.8	63528.2	24287.5	9316.2	108119.6	240338.5	33.43	13131.5	1.01	0.0028	5.110	1.167	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	33949.2	33949.2	73099.4	388761.1	11.45	
240	13048.8	1140.1	2667.2	672.9	455.5	93.1	10987.8	66290.3	24223.6	9528.9	11030.6	247457.4	34.42	13520.5	0.98	0.0029	5.248	1.133	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	34446.4	34446.4	73099.4	388761.1	11.29	
250	13005.5	1187.6	2707.3	701.0	454.0	94.5	10987.8	69052.4	24165.2	9741.6	113946.9	254585.3	35.41	13909.9	0.95	0.0029	5.386	1.101	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	34943.6	34943.6	73099.4	388761.1	11.13	
260	12965.3	1235.1	2746.1	729.0	452.6	95.9	10987.8	71814.5	24111.7	9954.3	116868.2	261721.2	36.40	14299.8	0.93	0.0030	5.524	1.071	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	35440.8	35440.8	73099.4	388761.1	10.97	
270	12927.9	1282.6	2783.7	757.1	451.2	97.2	10987.8	74576.6	24062.5	10167.0	119793.8	268864.5	37.39	14690.1	0.90	0.0031	5.662	1.043	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	35938.0	35938.0	73099.4	388761.1	10.82	
280	12893.3	1330.1	2820.2	78																										

POSTE DE MADERA TIPO S6 (0°)

DATOS GENERALES

Tipo de estructura	S5	Alineam. 0°- 5°
Tipo de Poste	70/1	
Velocidad del viento	70.0	km/h
Presión del viento	231.77	Pa
Area en poste x la Fza del viento	5.78	m2
Alt. en poste x Presión de viento	8.21	m
Fza-Presión del viento/poste	1338.70	N

GRADO DE CONSTRUCCIÓN

Grado Tipo	B
Factores de Sobrecarga	
F. Transversal viento	2.50
F. Transver.Tension Alambre	1.65
F. Vertical	1.50
Factores de resistencia	
Estr. de madera	0.65
Retenida	0.9

DATOS DEL CONDUCTOR PRINCIPAL

Sección:	240	mm²	AAAC
Dia.Cond.(Dc):	20.50	mm	
Carga unlt. conductor :	6.45	N/m	
Carga unlt. por viento:	4.75	N/m	
Carga unlt. resultante:	8.01	N/m	
H CP 1 (m):	18.35		
H CP2 (m):	15.85		
HCP3 (m):	13.35		

DATOS DEL CONDUCTOR ADSS

Sección (mm2):	115
Dia. Cond. (mm):	12.1
Carga unlt. (N/m):	1.18
Carga unlt/vient (N/m):	2.80
Carga unlt. Roste (N/m):	3.04
H CN (m):	10.9

DATOS DE LA ESTRUCTURA

Tipo de Estructura:	PINO
Clase:	70/1
Altura (m):	21.34
H. Empotramiento (m):	2.73
D. Punta (mm):	201
D. L. Empotramiento (mm):	420
Cl. Empotra (cm):	131.95
C. Rotura (N):	20400
Max. Esf. Flexion (Mpa):	60
M.E. (Mpa):	17658

DATOS DE RETENIDA

Angulo de retenida	37.00	grados
Carga Rotura Reten.	30920.0	N
ALTURA DE RETENIDAS		
Hr1	18.10	m
hr2	15.60	m
hr3	13.10	m

S / RET	C/RET	V. Viento	205	V. Lateral =	0	Número Retenidas:	0
---------	-------	-----------	-----	--------------	---	-------------------	---

Vano Viento (m)	ÁNGULO TOPOGRÁFICO 0°										Momento Resultante (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (Mpa)	Fuerza Equival. Punta (N)	Indicador de vano Máximo	Deflexión		Flexión (Con Factor Sobrecarga y FR)		Retenida		Cable retenida		Compresión del poste						
	Tiro H. CP (N)	Fuerza viento/CP. (N)	Tiro H. CC (N)	Fuerza viento/CC. (N)	Fuerza Tiro/CP. (N)	Fuerza Tiro/CC. (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)					MRN-DGE (N-m)	MRN-CNE (N-m)	Y (m)	δ <= 4%	C.S. >1	Requiere Retenida	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vertical (N)	N° Retenid.	Tiro Cable (N)	C/RET	Cargas Verticales (N)	Momento Inercia cm4	Carga Crítica	Coef. Segur. >2
	CP	CP	CC	CC	CP	CC	(N-m)	(N-m)	(N-m)	(N-m)					(N-m)	(N-m)					Horiz.	Vertical				Peso (N)	TOTAL (N)		
10	14601.4	47.5	1500.0	28.0	0.0	0.0	10987.8	2563.9	0.0	5062.4	18614.1	41472.8	5.77	2266.0	5.85	0.0005	0.880	6.782	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	23011.1	23011.1	73099.4	388761.1	16.89
20	14580.6	95.0	1500.0	56.1	0.0	0.0	10987.8	5127.8	0.0	5700.5	21816.0	48839.6	6.79	2668.5	4.97	0.0006	1.031	5.742	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	23508.3	23508.3	73099.4	388761.1	16.54
30	14546.4	142.5	1500.0	84.1	0.0	0.0	10987.8	7691.7	0.0	6338.5	25018.0	56206.4	7.82	3071.0	4.32	0.0006	1.182	4.989	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	24005.5	24005.5	73099.4	388761.1	16.19
40	14500.0	190.0	1500.0	112.2	0.0	0.0	10987.8	10255.6	0.0	6976.6	28219.9	63573.3	8.84	3473.5	3.82	0.0007	1.334	4.411	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	24502.7	24502.7	73099.4	388761.1	15.87
50	14442.4	237.6	1500.0	140.2	0.0	0.0	10987.8	12819.5	0.0	7614.7	31421.9	70940.1	9.87	3876.0	3.42	0.0008	1.485	3.953	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	24999.9	24999.9	73099.4	388761.1	15.55
60	14375.2	285.1	2800.0	168.3	0.0	0.0	10987.8	15383.3	0.0	8252.7	34623.9	78306.9	10.89	4278.5	3.10	0.0009	1.636	3.581	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	25497.1	25497.1	73099.4	388761.1	15.25
70	14300.1	332.6	2800.0	196.3	0.0	0.0	10987.8	17947.2	0.0	8890.8	37825.8	85673.8	11.92	4681.0	2.83	0.0010	1.788	3.273	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	25994.3	25994.3	73099.4	388761.1	14.96
80	14218.8	380.1	2800.0	224.4	0.0	0.0	10987.8	20511.1	0.0	9528.9	41027.8	93040.6	12.94	5083.5	2.61	0.0011	1.939	3.014	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	26491.4	26491.4	73099.4	388761.1	14.67
90	14133.1	427.6	2800.0	252.4	0.0	0.0	10987.8	23075.0	0.0	10167.0	44229.8	100407.4	13.96	5486.0	2.42	0.0011	2.090	2.793	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	26988.6	26988.6	73099.4	388761.1	14.40
100	14044.6	475.1	2800.0	280.4	0.0	0.0	10987.8	25638.9	0.0	10805.0	47431.7	107774.3	14.99	5888.5	2.25	0.0012	2.242	2.602	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	27485.8	27485.8	73099.4	388761.1	14.14
110	13955.1	522.6	3700.0	308.5	0.0	0.0	10987.8	28202.8	0.0	11443.1	50633.7	115141.1	16.01	6291.0	2.11	0.0013	2.393	2.435	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	27983.0	27983.0	73099.4	388761.1	13.89
120	13865.7	570.1	3700.0	338.5	0.0	0.0	10987.8	30766.7	0.0	12081.2	53835.6	122508.0	17.04	6693.5	1.98	0.0014	2.544	2.289	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	28480.2	28480.2	73099.4	388761.1	13.65
130	13777.8	617.7	3700.0	364.6	0.0	0.0	10987.8	33330.6	0.0	12719.2	57037.6	129874.8	18.06	7096.1	1.87	0.0015	2.696	2.159	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	28977.4	28977.4	73099.4	388761.1	13.42
140	13692.3	665.2	3700.0	392.6	0.0	0.0	10987.8	35894.5	0.0	13357.3	60239.6	137241.6	19.09	7498.6	1.77	0.0016	2.847	2.043	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	29474.6	29474.6	73099.4	388761.1	13.19
150	13609.9	712.7	3700.0	420.7	0.0	0.0	10987.8	38458.4	0.0	13995.4	63441.5	144608.5	20.11	7901.1	1.68	0.0016	2.999	1.939	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	29971.7	29971.7	73099.4	388761.1	12.97
160	13531.2	760.2	4300.0	448.7	0.0	0.0	10987.8	41022.3	0.0	14633.5	66643.5	151975.3	21.14	8303.6	1.60	0.0017	3.150	1.845	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	30468.9	30468.9	73099.4	388761.1	12.76
170	13456.5	807.7	4300.0	476.7	0.0	0.0	10987.8	43586.2	0.0	15271.5	69845.5	159342.1	22.16	8706.1	1.52	0.0018	3.301	1.760	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	30966.1	30966.1	73099.4	388761.1	12.55
180	13385.9	855.2	4300.0	504.8	0.0	0.0	10987.8	46150.0	0.0	15909.6	73047.4	166709.0	23.19	9108.6	1.46	0.0019	3.453	1.682	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	31463.3	31463.3	73099.4	388761.1	12.36
190	13319.6	902.7	4300.0	532.8	0.0	0.0	10987.8	48713.9	0.0	16547.7	76249.4	174075.8	24.21	9511.1	1.39	0.0020	3.604	1.611	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	31960.5	31960.5	73099.4	388761.1	12.16
200	13257.6	950.2	4300.0	560.9	0.0	0.0	10987.8	51277.8	0.0	17185.7	79451.4	181442.6	25.23	9913.6	1.34	0.0021	3.755	1.545	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	32457.7	32457.7	73099.4	388761.1	11.98
210	13199.7	997.8	2539.1	588.9	0.0	0.0	10987.8	53841.7	0.0	17823.8	82653.3	188809.5	26.26	10316.1	1.29	0.0021	3.907	1.485	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	32954.9	32954.9	73099.4	388761.1	11.80
220	13145.7	1045.3	2583.2	617.0	0.0	0.0	10987.8	56405.6	0.0	18461.9	85855.3	196176.3	27.28	10718.6	1.24	0.0022	4.058	1.429	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	33452.0	33452.0	73099.4	388761.1	11.62
230	13095.5	1092.8	2625.8	645.0	0.0	0.0	10987.8	58969.5	0.0	19100.0	89057.2	203543.1	28.31	11121.1	1.19	0.0023	4.209	1.378	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	33949.2	33949.2	73099.4	388761.1	11.45
240	13048.8	1140.3	2667.2	673.1	0.0	0.0	10987.8	61533.4	0.0	19738.0	92259.2	210910.0	29.33	11523.6	1.15	0.0024	4.361	1.330	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	34446.4	34446.4	73099.4	388761.1	11.29
250	13005.5	1187.8	2707.3	701.1	0.0	0.0	10987.8	64097.3	0.0	20376.1	95461.2	218276.8	30.36	11926.1	1.11	0.0025	4.512	1.285	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	34943.6	34943.6	73099.4	388761.1	11.13
260	12965.3	1235.3	2746.1	729.1	0.0	0.0	10987.8	66661.2	0.0	21014.2	98863.1	225643.7	31.38	12328.6	1.08	0.0025	4.663	1.243	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	35440.8	35440.8	73099.4	388761.1	10.97
270	12927.9	1282.8	2783.7	757.2	0.0	0.0	10987.8	69225.1	0.0	21652.2	101885.1	233010.5	32.41	12731.1	1.04	0.0026	4.815	1.203	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	35938.0	35938.0	73099.4	388761.1	10.82
280	12893.3	1330.3	2820.2	785.2	0.0	0.0	10987.8	71789.0	0.0	22290.3	105067.1	240377.3	33.43	13133.7	1.01	0.0027	4.966	1.167	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	36435.2	36435.2	73099.4	388761.1	10.67
290	12861.1	1377.9	2855.5	813.3	0.0	0.0	10987.8	74352.8	0.0	22928.4	108269.0	247744.2	34.46	13536.2	0.98	0.0028	5.117	1.132	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	36932.3	36932.3	73099.4	388761.1	10.53
300	12831.2	1425.4	2889.8	841.3	0.0	0.0	10987.8	76916.7	0.0	23566.5	111471.0	255111.0	35.48	13938.7	0.95	0.0029	5.269	1.099	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	37429.5	37429.5	73099.4	388761.1	10.39
310	12803.3	1472.9	2923.1	869.4	0.0	0.0	10987.8	79480.6	0.0	24204.5	114672.9	262477.8	36.50	14341.2	0.92	0.0030	5.420	1.068	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	37926.7	37926.7	7		

POSTE DE MADERA TIPO S6 (2°)

DATOS GENERALES

Tipo de estructura	S5	Alineam. 0°- 5°
Tipo de Poste	70/1	
Velocidad del viento	70.0	km/h
Presión del viento	231.77	Pa
Area en poste x la Fza del viento	5.78	m ²
Alt. en poste x Presión de viento	8.21	m
Fza- Presion del viento/poste	1338.70	N

GRADO DE CONSTRUCCIÓN

Grado Tipo	B
Factores de Sobrecarga	
F. Transversal viento	2.50
F. Transver. Tension Alambre	1.65
F. Vertical	1.50
Factores de resistencia	
Estr. de madera	0.65
Retenida	0.9

DATOS DEL CONDUCTOR PRINCIPAL

Sección:	240	mm ²	AAAC
Dia. Cond (Dc):	20.50	mm	
Carga unit. conductor :	6.45	N/m	
Carga unit. por viento:	4.75	N/m	
Carga unit. resultante:	8.01	N/m	
H CP 1 (m):	18.35		
H CP2 (m):	15.85		
HCP3 (m):	13.35		

DATOS DEL CONDUCTOR ADSS

Sección (mm2):	115
Diámetro (mm):	12.1
Carga unit. (N/m):	1.18
Carga unit./viento (N/m):	2.80
Carga unit. Reste (N/m):	3.04
H CN (m):	10.9

DATOS DE LA ESTRUCTURA

Tipo de Estructura:	PINO
Clase:	70/1
Altura (m):	21.34
H. Empotramiento (m):	2.73
D. Punta (mm):	201
D. L. Empotramiento (mm):	420
Ci. Empotra (cm):	131.95
C. Rotura (N):	20400
Max. Esf. Flexion (Mpa):	60
M.E. (Mpa):	17658

DATOS DE RETENIDA

Angulo de retenida	37.00	grados
Carga Rotura Reten.	30920.0	N

ALTURA DE RETENIDAS

Hr1	18.10	m
hr2	15.60	m
Hr3	13.10	m

K: 1

S/RET	C/RET	V. Viento	137	-	V. Lateral =	0
-------	-------	-----------	-----	---	--------------	---

Número Retenidas: 0

Vano Viento (m)	ÁNGULO TOPOGRAFICO 2°										Momento Resultante (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (Mpa)	Fuerza Equival. Punta (N)	Indicador de vano Máximo	Deflexión			Flexión (Con Factor Sobrecarga y FR)		Retenida		Cable retenida		Compresión del poste																
	Tiro H. CP (N)	Fuerza viento/CP (N)	Tiro H. CC (N)	Fuerza viento/CC (N)	Fuerza Tiro/CP (N)	Fuerza Tiro/CC (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)					MRN-DGE (N-m)	MRN-CNE (N-m)	Y (m)	δ ≤ 4%	C.S. > 1	Requiere Retenida	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vertical (N)	N° Retenid.	Tiro Cable (N)	C/RET	Cargas Verticales (N)	TOTAL (N)	Momento Inercia cm ⁴	Carga Critica N	Coef. Segur. >2										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100					110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360
10	14601.4	47.5	1500.0	28.0	509.7	52.4	10987.8	2563.5	24806.2	5062.4	43419.8	82402.0	11.46	4502.2	2.95	0.0011	2.052	3.403	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	23011.1	23011.1	73099.4	388761.1	16.89											
20	14580.6	95.0	1500.0	56.1	508.9	52.4	10987.8	5127.0	24771.6	5700.5	46586.9	89710.8	12.48	4901.6	2.71	0.0012	2.202	3.126	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	23508.3	23508.3	73099.4	388761.1	16.54											
30	14546.4	142.5	1500.0	84.1	507.7	52.4	10987.8	7690.5	24714.9	6338.5	49731.7	96983.0	13.49	5298.9	2.50	0.0013	2.351	2.891	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	24005.5	24005.5	73099.4	388761.1	16.19											
40	14500.0	190.0	1500.0	112.2	506.1	52.4	10987.8	10254.0	24637.8	6976.6	52856.2	104221.8	14.49	5694.4	2.33	0.0014	2.498	2.691	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	24502.7	24502.7	73099.4	388761.1	15.87											
50	14442.4	237.5	1500.0	140.2	504.1	52.4	10987.8	12817.5	24542.2	7614.7	55962.2	111429.9	15.50	6088.3	2.18	0.0014	2.645	2.517	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	24999.9	24999.9	73099.4	388761.1	15.55											
60	14375.2	285.0	2800.0	168.2	501.8	97.7	10987.8	15381.0	24923.1	8252.7	59544.6	119424.2	16.61	6525.1	2.03	0.0015	2.814	2.348	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	25497.1	25497.1	73099.4	388761.1	15.25											
70	14300.1	332.5	2800.0	196.3	499.1	97.7	10987.8	17944.5	24798.5	8890.8	62621.6	126584.4	17.61	6916.3	1.92	0.0016	2.960	2.215	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	25994.3	25994.3	73099.4	388761.1	14.96											
80	14218.8	380.0	2800.0	224.3	496.3	97.7	10987.8	20508.0	24663.5	9528.9	65688.2	133727.6	18.60	7306.6	1.81	0.0017	3.105	2.097	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	26491.4	26491.4	73099.4	388761.1	14.67											
90	14133.1	427.5	2800.0	252.4	493.3	97.7	10987.8	23071.5	24521.2	10167.0	68747.5	140858.7	19.59	7696.2	1.72	0.0018	3.249	1.991	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	26988.6	26988.6	73099.4	388761.1	14.40											
100	14044.6	475.0	2800.0	280.4	490.2	97.7	10987.8	25635.0	24374.3	10805.0	71802.1	147982.2	20.58	8085.4	1.64	0.0019	3.394	1.895	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	27485.8	27485.8	73099.4	388761.1	14.14											
110	13955.1	522.6	3700.0	308.4	487.1	129.1	10987.8	28198.5	24566.7	11443.1	75196.1	155665.4	21.65	8505.2	1.56	0.0019	3.554	1.801	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	27983.0	27983.0	73099.4	388761.1	13.89											
120	13865.7	570.1	3700.0	336.5	484.0	129.1	10987.8	30762.0	24418.3	12081.2	78249.2	162786.4	22.64	8894.3	1.49	0.0020	3.698	1.723	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	28480.2	28480.2	73099.4	388761.1	13.65											
130	13777.8	617.6	3700.0	364.5	480.9	129.1	10987.8	33325.5	24272.4	12719.2	81304.9	169911.5	23.63	9283.6	1.43	0.0021	3.843	1.650	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	28977.4	28977.4	73099.4	388761.1	13.42											
140	13692.3	665.1	3700.0	392.6	477.9	129.1	10987.8	35889.0	24130.4	13357.3	84364.6	177043.2	24.62	9673.2	1.37	0.0022	3.987	1.584	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	29474.6	29474.6	73099.4	388761.1	13.19											
150	13609.9	712.6	3700.0	420.6	475.1	129.1	10987.8	38452.5	23993.7	13995.4	87429.3	184183.4	25.62	10063.3	1.32	0.0023	4.132	1.522	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	29971.7	29971.7	73099.4	388761.1	12.97											
160	13531.2	760.1	4300.0	448.6	472.3	150.1	10987.8	40166.0	24090.3	14633.5	90727.6	191708.7	26.66	10474.5	1.27	0.0023	4.288	1.463	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	30468.9	30468.9	73099.4	388761.1	12.76											
170	13456.5	807.6	4300.0	476.7	469.7	150.1	10987.8	43579.5	23966.3	15271.5	93805.1	198869.9	27.66	10865.8	1.22	0.0024	4.434	1.410	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	30966.1	30966.1	73099.4	388761.1	12.55											
180	13385.9	855.1	4300.0	504.7	467.2	150.1	10987.8	46143.0	23849.1	15909.6	96880.5	206042.4	28.66	11257.7	1.18	0.0025	4.579	1.361	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	31463.3	31463.3	73099.4	388761.1	12.36											
190	13319.6	902.6	4300.0	532.8	464.9	150.1	10987.8	48706.5	23739.0	16547.7	99981.0	213226.7	29.66	11650.2	1.14	0.0026	4.726	1.315	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	31960.5	31960.5	73099.4	388761.1	12.16											
200	13257.6	950.1	4300.0	560.8	462.8	150.1	10987.8	51270.0	23636.1	17185.7	103079.7	220422.7	30.66	12043.4	1.10	0.0027	4.872	1.272	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	32457.7	32457.7	73099.4	388761.1	11.98											
210	13199.7	997.6	2539.1	588.8	460.7	88.6	10987.8	53833.5	22873.0	17823.8	105518.1	226529.4	31.51	12377.0	1.07	0.0027	4.987	1.238	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	32954.9	32954.9	73099.4	388761.1	11.80											
220	13145.7	1045.1	2583.2	616.9	458.8	90.2	10987.8	56397.0	22800.0	18461.9	108646.7	233774.9	32.51	12772.9	1.04	0.0028	5.135	1.200	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	33452.0	33452.0	73099.4	388761.1	11.62											
230	13095.5	1092.6	2625.8	644.9	457.1	91.7	10987.8	58960.0	22732.9	19100.0	111781.1	241029.9	33.52	13169.3	1.01	0.0029	5.283	1.163	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	33949.2	33949.2	73099.4	388761.1	11.45											
240	13048.8	1140.1	2667.2	672.9	455.5	93.1	10987.8	61524.0	22671.0	19738.0	114920.9	248293.7	34.53	13566.2	0.98	0.0030	5.432	1.129	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	34446.4	34446.4	73099.4	388761.1	11.29											
250	13005.5	1187.6	2707.3	701.0	454.0	94.5	10987.8	64087.5	22614.3	20376.1	118065.7	255566.0	35.54	13963.5	0.95	0.0030	5.580	1.097	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	34943.6	34943.6	73099.4	388761.1	11.13											
260	12965.3	1235.1	2746.1	729.0	452.6	95.9	10987.8	66651.0	22562.3	21014.2	121215.3	262846.1	36.56	14361.3	0.92	0.0031	5.729	1.067	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	35440.8	35440.8	73099.4	388761.1	10.97											
270	12927.9	1282.6	2783.7	757.0	451.2	97.2	10987.8	69214.5	22514.5	21652.2	124369.0	270133.0	37.57	14759.4	0.90	0.0032	5.878	1.038	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	35938.0	35938.0	73099.4	388761.1	10.82											
280	12893.3	1330.1	2820.2	785.1	450.0	98.4	10987.8	71778.0	22470.8	22290.3	127527.0	277426.9	38.58	15158.0	0.87	0.0033	6.027	1.011	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	36435.2	36435.2	73099.4	388761.1	10.67											
290	12861.1	1377.6	2855.5	813.1	448.9	99.7	10987.8	74341.5	22430.8	22928.4	130688.5	284726.6	39.60	15556.8	0.85	0.0034	6.177	0.985	SI	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	36932.3	36932.3	73099.4	388761.1	10.53											
300	12831.2	1425.1	2889.8	841.2	447.9																																			

ANEXO E: PLANILLA DE ESTRUCTURAS

SE en Av. Metropolitana

N°	Estructura		Progres. (m)	Cota (m)	Vano Adel. (m)	Vano Viento (m)	Vértice	Angulo			PAT		Postes		Amortig. Cant.	Observaciones	
	Principal	Conductor						Grad.	Mln.	Seg.	Cant.	Tipo	Cant.	Tipo			
0	A90	AAAC-240	0	130.42	94	47	V-1				1	PAT-A2	1	PM21	0	Punto de Salida (SE Trujillo Norte)	
1	Torre	AAAC-240	94	130.38	81.57	87.79	V-2	113	1	42	Izq	1	PAT-A2	1	TR	0	Torre Existente
2	A90	AAAC-240	175.57	127.15	130	105.79	V-3	60	54	24	Izq	1	PAT-A2	1	PM21	3	
3	S5	AAAC-240	305.57	126.07	120.08	125.04						1	PAT-A2	1	PM21	6	
4	S5	AAAC-240	425.65	125.46	78.14	99.11	V-4	4	52	21	Der	1	PAT-A2	1	PM21	3	
5	S5	AAAC-240	503.79	125.03	88.19	83.16						1	PAT-A2	1	PM21	0	Ingreso a Parque Industrial
6	A60	AAAC-240	591.98	124.63	143.65	115.92	V-5	37	52	6	Der	1	PAT-A1	1	PM21	3	
7	S5	AAAC-240	735.63	121.69	152.03	147.84						1	PAT-A2	1	PD21	6	
8	S5	AAAC-240	887.66	118.8	151.98	152.01						1	PAT-A2	1	PD21	6	
9	S5	AAAC-240	1039.64	115.33	152.04	152.01						1	PAT-A2	1	PD21	6	
10	S5	AAAC-240	1191.68	112.13	151.89	151.96						1	PAT-A2	1	PD21	6	
11	S5	AAAC-240	1343.57	108.35	113.02	132.45	V-6	1	23	30	Der	1	PAT-A2	1	PD21	3	
12	S5	AAAC-240	1456.59	106.1	152	132.51	V-7	1	19	33	Izq	1	PAT-A2	1	PD21	3	
13	S5	AAAC-240	1608.59	103.29	152	152						1	PAT-A2	1	PD21	6	
14	S5	AAAC-240	1760.59	101.03	152	152						1	PAT-A2	1	PD21	6	
15	S5	AAAC-240	1912.59	98.88	159.69	155.85						1	PAT-A2	1	PD21	6	
16	S5	AAAC-240	2072.28	97.83	107.78	133.73						1	PAT-A2	1	PD21	3	
17	A90	AAAC-240	2180.06	97.09	157.73	132.76	V-8	99	29	29	Izq	1	PAT-A2	1	PM21	3	
18	A90	AAAC-240	2337.79	97.4	165.44	161.59	V-9	51	36	19	Der	1	PAT-A2	1	PM21	6	
19	S5	AAAC-240	2503.23	95.15	139	152.22						1	PAT-A3	1	PM21	6	Ingreso a la Av. Cahuide
20	S5A	AAAC-240	2642.23	94.02	139	139						1	PAT-A3	1	PM21	6	
21	S5A	AAAC-240	2781.23	92.74	133	136						1	PAT-A3	1	PD21	6	
22	S5A	AAAC-240	2914.23	93.53	134	133.5						1	PAT-A3	1	PD21	6	
23	S5A	AAAC-240	3048.23	90.42	138	136	V-10	0	8	22	Der	1	PAT-A3	1	PD21	6	
24	S5A	AAAC-240	3186.23	89.39	138	138						1	PAT-A3	1	PD21	6	
25	S5A	AAAC-240	3324.23	88.57	138.24	138.12						1	PAT-A3	1	PD21	6	
26	S5A	AAAC-240	3462.47	86.1	169.81	154.03	V-11	1	29	9	Der	1	PAT-A3	1	PM21	6	
27	S5A	AAAC-240	3632.28	83.76	128.95	149.38	V-12	1	5	23	Izq	1	PAT-A2	1	PM21	6	
28	S5A	AAAC-240	3761.23	82.4	133	130.97						1	PAT-A2	1	PD21	6	
29	S5A	AAAC-240	3894.23	80.96	133	133						1	PAT-A2	1	PD21	6	
30	S5A	AAAC-240	4027.23	79.16	133	133						1	PAT-A2	1	PD21	6	
31	S5A	AAAC-240	4160.23	77.33	130.74	131.87						1	PAT-A2	1	PD21	6	
32	A60	AAAC-240	4290.97	75.72	55.54	93.14	V-13	19	21	36	Der	1	PAT-A2	1	PM21	3	
33	A90	AAAC-240	4346.51	73.98	220.14	137.84	V-14	5	14	9	Izq	1	PAT-A1	1	PM24	3	Poste de 24m para cruzar Chan Chan
34	A90	AAAC-240	4566.65	69.96	153.95	187.05	V-15	5	27	32	Der	1	PAT-A1	1	PM24	6	Poste de 24m para cruzar Chan Chan
35	S5	AAAC-240	4720.6	67.73	153.95	153.95						1	PAT-A1	1	PD21	6	
36	A90	AAAC-240	4874.55	66.42	144.71	149.33	V-16	93	46	54	Izq	1	PAT-A1	1	PM21	6	
37	S15	AAAC-240	5019.26	65.1	83.08	113.9	V-17	13	59	55	Der	1	PAT-A1	1	PM21	3	
38	S15	AAAC-240	5102.34	65.09	88.75	85.92	V-18	2	43	36	Der	1	PAT-A1	1	PM21	0	
39	A90	AAAC-240	5191.09	64.72	150.4	119.57	V-19	92	54	50	Der	1	PAT-A1	1	PM21	3	Ingreso a la Futura Av. Cortijo
40	S5A	AAAC-240	5341.49	61.83	152.67	151.54						1	PAT-A1	1	PM21	6	
41	S5A	AAAC-240	5494.16	60.55	152.39	152.53						1	PAT-A1	1	PM21	6	
42	S15A	AAAC-240	5646.55	58.22	117.29	134.84	V-20	7	20	53	Izq	1	PAT-A1	1	PM21	3	
43	A90	AAAC-240	5763.84	56.56	15	58.65						1	PAT-A1	1	PM21	0	Punto de Llegada (SE Trujillo Noroeste)

Nota:

PM21 : Poste metálico de 21 metros

PM24 : Poste metálico de 24 metros

PD21 Poste de madera de 21 metros

ANEDO F: TABLA DE FLECHADO DEL CONDUCTOR AAAC-240 mm2

CONDUCTOR : AAAC - 240 mm2			
HIPOTESIS I	Vel.Viento (Km/h) :	Temp. (°C):	% Tiro EDS:
EDS	0	20	15

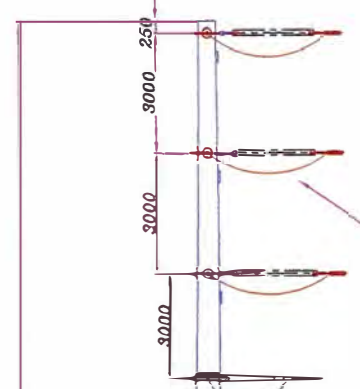
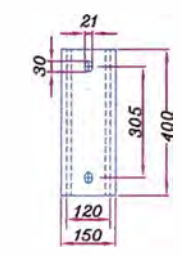
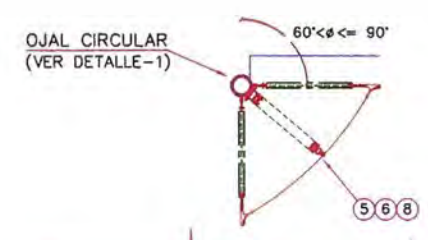
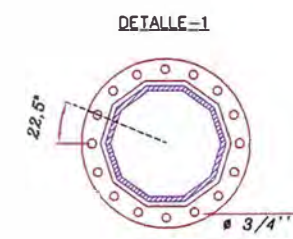
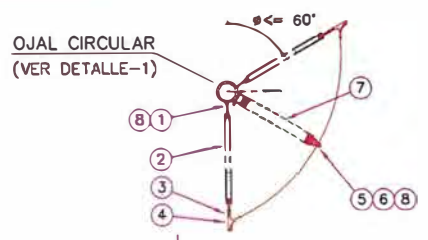
N°	Armad	VIR (m)	Vano (m)	Desnvel(m)	Temp(°C)→	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			
0	A90				Tiro Der.(N)	12293.9	12038.7	11786.7	11537.9	11292.5	11050.6	10812.4	10578.1	10347.8	10121.6	9899.74	9682.25	9469.28	9260.96	9057.37	8858.62	8664.76	8475.86	8291.97			
		94	94	4.96	Flecha(m)	0.58	0.59	0.61	0.62	0.63	0.65	0.66	0.67	0.69	0.7	0.72	0.74	0.75	0.77	0.79	0.8	0.82	0.84	0.86			
					Tiro H.(N)	12289	12034.1	11782.4	11533.8	11288.7	11047	10809.1	10575	10345	10119	9897.31	9680.02	9467.24	9259.1	9055.69	8857.09	8663.39	8474.64	8290.88			
1	Torre				Tiro Izq.(N)	12325.9	12070.7	11818.7	11569.8	11324.4	11082.6	10844.4	10610.1	10379.8	10153.6	9931.72	9714.23	9501.27	9292.94	9089.36	8890.6	8696.74	8507.85	8323.96			
1	Torre				Tiro Der.(N)	12540.2	12270.1	12002.7	11738	11476.3	11217.7	10962.3	10710.5	10462.3	10218	9977.62	9741.48	9509.72	9282.51	9060.02	8842.4	8629.81	8422.36	8220.18			
		81.57	81.57	-8.23	Flecha(m)	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.48	0.5	0.51	0.52	0.53	0.54	0.56	0.57	0.59	0.6	0.61	0.63	0.65	0.66			
					Tiro H.(N)	12447.7	12178.9	11912.7	11649.3	11388.8	11131.5	10877.4	10626.7	10379.7	10136.5	9897.31	9682.28	9431.61	9205.46	8984	8767.38	8555.76	8349.27	8148.01			
2	A90				Tiro Izq.(N)	12487.1	12217	11949.6	11684.9	11423.2	11164.6	10909.3	10657.4	10409.3	10164.9	9924.56	9688.42	9456.66	9229.45	9006.96	8789.34	8576.75	8369.3	8167.12			
2	A90				Tiro Der.(N)	12078.8	11844.3	11613.3	11386	11162.5	10942.9	10727.3	10515.7	10308.3	10105.2	9906.45	9712.05	9522.09	9336.61	9155.62	8979.16	8807.23	8639.81	8476.9			
		110.58	130	-0.08	Flecha(m)	1.13	1.15	1.17	1.2	1.22	1.25	1.27	1.3	1.32	1.35	1.38	1.4	1.43	1.46	1.49	1.52	1.55	1.58	1.61			
					Tiro H.(N)	12071.3	11836.6	11605.5	11378	11154.4	10934.6	10718.8	10507.1	10299.6	10096.3	9897.31	9702.73	9512.59	9326.92	9145.75	8969.1	8796.98	8629.37	8466.26			
3	S5				Tiro Izq.(N)	12078.3	11843.7	11612.8	11385.5	11162	10942.3	10726.7	10515.2	10307.8	10104.7	9905.91	9711.51	9521.55	9336.06	9155.08	8978.62	8806.69	8639.27	8476.36			
3	S5				Tiro Der.(N)	12079.6	11845	11614	11386.7	11163.2	10943.5	10727.9	10516.3	10308.9	10105.8	9906.95	9712.53	9522.54	9337.02	9156.01	8979.52	8807.56	8640.11	8477.17			
		110.58	120.08	-0.61	Flecha(m)	0.96	0.98	1	1.02	1.04	1.06	1.08	1.11	1.13	1.15	1.17	1.2	1.22	1.25	1.27	1.3	1.32	1.35	1.37			
					Tiro H.(N)	12071.3	11836.6	11605.5	11378	11154.4	10934.6	10718.8	10507.1	10299.6	10096.3	9897.31	9702.73	9512.59	9326.92	9145.75	8969.1	8796.98	8629.37	8466.26			
4	S5				Tiro Izq.(N)	12075.7	11841.1	11610.1	11382.8	11159.3	10939.6	10724	10512.4	10305	10101.9	9903.05	9708.62	9518.63	9333.12	9152.11	8975.62	8803.65	8636.2	8473.26			
4	S5				Tiro Der.(N)	12075.4	11840.8	11609.7	11382.3	11158.7	10939	10723.3	10511.6	10304.2	10100.9	9902.03	9707.52	9517.44	9331.83	9150.73	8974.14	8802.08	8634.54	8471.5			
		110.58	78.14	-0.43	Flecha(m)	0.41	0.42	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.48	0.49	0.5	0.51	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58			
					Tiro H.(N)	12071.3	11836.6	11605.5	11378	11154.4	10934.6	10718.8	10507.1	10299.6	10096.3	9897.31	9702.73	9512.59	9326.92	9145.75	8969.1	8796.98	8629.37	8466.26			
5	S5				Tiro Izq.(N)	12072.7	11838.1	11607	11379.6	11156	10936.3	10720.5	10508.9	10301.4	10098.2	9899.29	9704.78	9514.7	9329.09	9147.99	8971.4	8799.34	8631.8	8468.76			
5	S5				Tiro Der.(N)	12080.7	11846	11614.9	11387.5	11163.9	10944.2	10728.4	10516.8	10309.3	10104.7	9905.91	9711.51	9521.55	9336.06	9155.86	8979.27	8807.21	8639.67	8476.63			
		110.58	88.19	-1.4	Flecha(m)	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	0.6	0.61	0.62	0.63	0.65	0.66	0.67	0.69	0.7	0.71	0.73	0.74			
					Tiro H.(N)	12071.3	11836.6	11605.5	11378	11154.4	10934.6	10718.8	10507.1	10299.6	10096.3	9897.31	9702.73	9512.59	9326.92	9145.75	8969.1	8796.98	8629.37	8466.26			
6	A60				Tiro Izq.(N)	12071.6	11837	11605.9	11378.5	11154.9	10935.1	10719.4	10507.7	10300.3	10097	9898.12	9703.6	9513.52	9327.91	9146.8	8970.22	8798.16	8630.62	8467.58			
6	A60				Tiro Der.(N)	11631	11442.9	11258.5	11077.8	10900.8	10727.6	10558.1	10392.4	10230.4	10072.1	9917.41	9766.41	9619	9475.16	9334.63	9197.97	9064.51	8934.4	8807.58			
		146.99	143.65	-2.44	Flecha(m)	1.43	1.46	1.48	1.5	1.53	1.55	1.58	1.6	1.63	1.65	1.68	1.71	1.73	1.76	1.79	1.81	1.84	1.87	1.89			
					Tiro H.(N)	11612.3	11424	11239.5	11058.6	10881.5	10708.2	10538.6	10372.7	10210.6	10052.1	9897.31	9746.16	9598.61	9454.62	9314.14	9177.12	9043.51	8913.24	8786.27			
7	S5				Tiro Izq.(N)	11615.3	11427.2	11242.8	11062.1	10885.4	10711.9	10542.4	10376.7	10214.7	10056.2	9901.71	9750.71	9603.3	9459.46	9319.13	9183.26	9048.81	8918.7	8791.88			
7	S5				Tiro Der.(N)	11634	11445.9	11261.5	11080.8	10903.9	10730.7	10561.2	10395.5	10233.5	10075.2	9920.54	9769.55	9622.16	9478.33	9338.02	9201.17	9067.73	8937.63	8810.83			
		146.99	152.03	-2.89	Flecha(m)	1.6	1.63	1.66	1.68	1.71	1.74	1.77	1.8	1.82	1.85	1.88	1.91	1.94	1.97	2	2.03	2.06	2.09	2.12			
					Tiro H.(N)	11612.3	11424	11239.5	11058.6	10881.5	10708.2	10538.6	10372.7	10210.6	10052.1	9897.31	9746.16	9598.61	9454.62	9314.14	9177.12	9043.51	8913.24	8786.27			
8	S5				Tiro Izq.(N)	11615.4	11427.3	11242.9	11062.2	10885.2	10712	10542.6	10376.9	10214.9	10056.6	9901.92	9750.92	9603.54	9459.71	9319.4	9182.55	9049.1	8919.01	8792.21			
8	S5				Tiro Der.(N)	11636.8	11448.7	11264.3	11083.6	10906.6	10733.4	10563.9	10398.2	10236.2	10077.9	9923.22	9772.22	9624.82	9480.98	9340.65	9203.79	9070.34	8940.24	8813.42			
		146.99	151.98	-3.48	Flecha(m)	1.6	1.63	1.66	1.68	1.71	1.74	1.77	1.79	1.82	1.85	1.88	1.91	1.94	1.97	2	2.03	2.06	2.09	2.12			
					Tiro H.(N)	11612.3	11424	11239.5	11058.6	10881.5	10708.2	10538.6	10372.7	10210.6	10052.1	9897.31	9746.16	9598.61	9454.62	9314.14	9177.12	9043.51	8913.24	8786.27			
9	S5				Tiro Izq.(N)	11614.4	11426.3	11241.9	11061.2	10884.2	10711	10541.5	10375.8	10213.8	10055.5	9900.82	9749.81	9602.42	9458.58	9318.25	9181.39	9047.94	8917.83	8791.02			
9	S5				Tiro Der.(N)	11635.5	11447.3	11262.9	11082.2	10905.3	10732.1	10562.6	10396.9	10234.9	10076.6	9921.92	9770.92	9623.53	9479.7	9339.38	9202.52	9069.07	8938.98	8812.17			
		146.99	152.04	-3.19	Flecha(m)	1.6	1.63	1.66	1.68	1.71	1.74	1.77	1.8	1.82	1.85	1.88	1.91	1.94	1.97	2	2.03	2.06	2.09	2.12			
					Tiro H.(N)	11612.3	11424	11239.5	11058.6	10881.5	10708.2	10538.6	10372.7	10210.6	10052.1	9897.31	9746.16	9598.61	9454.62	9314.14	9177.12	9043.51	8913.24	8786.27			
10	S5				Tiro Izq.(N)	11614.9	11426.8	11242.3	11061.6	10884.7	10711.5	10542	10376.3	10214.3	10056	9901.33	9750.33	9602.94	9459.11	9318.79	9181.93	9048.48	8918.39	8791.58			
10	S5				Tiro Der.(N)	11638.4	11450.2	11265.8	11085.1	10908.1	10734.9	10565.4	10399.7	10237.7	10079.3	9924.68	9773.67	9626.26	9482.42	9342.08	9205.22	9071.76	8941.65	8814.83			
		146.99	151.89	-3.78	Flecha(m)	1.6	1.63	1.65</																			

CONDUCTOR : AAAC - 240 mm2			
HIPOTESIS I	Vel.Viento (Krruh) :	Temp. (°C) :	% Tiro EDS:
EDS	0	20	15

N°	Armado	VIR (m)	Vano (m)	Desn Ivel(m)	Temp(°C) →	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28				
14	S5	146.99	152	-2.15	Tiro Der.(N)	11630.7	11442.6	11258.2	11077.5	10900.6	10727.4	10558	10392.3	10230.3	10072	9917.37	9766.39	9619.02	9475.2	9334.9	9198.06	9064.63	8934.55	8807.75				
					Flech a(m)	1.6	1.63	1.66	1.68	1.71	1.74	1.77	1.79	1.82	1.85	1.88	1.91	1.94	1.97	2	2.03	2.06	2.09	2.12				
					Tiro H.(N)	11612.3	11424	11239.5	11058.6	10881.5	10708.2	10538.6	10372.7	10210.6	10052.1	9897.31	9746.16	9598.61	9454.62	9314.14	9177.12	9043.51	8913.24	8786.27				
15	S5	146.99	159.69	-1.05	Tiro Izq.(N)	11616.8	11428.7	11244.3	11063.7	10886.7	10713.5	10544.1	10378.4	10216.4	10058.1	9903.48	9752.51	9605.13	9461.31	9321.01	9184.17	9050.74	8920.66	8793.87				
					Tiro Der.(N)	11627.3	11439.2	11254.9	11074.2	10897.3	10724.2	10554.8	10389.1	10227.1	10068.9	9914.27	9763.33	9615.98	9472.2	9331.93	9195.12	9061.72	8931.67	8804.9				
					Flech a(m)	1.77	1.8	1.83	1.86	1.89	1.92	1.95	1.98	2.01	2.04	2.08	2.11	2.14	2.17	2.21	2.24	2.27	2.31	2.34				
16	S5	146.99	107.78	-1.24	Tiro H.(N)	11612.3	11424	11239.5	11058.6	10881.5	10708.2	10538.6	10372.7	10210.6	10052.1	9897.31	9746.16	9598.61	9454.62	9314.14	9177.12	9043.51	8913.24	8786.27				
					Tiro Izq.(N)	11620.6	11432.5	11248.1	11067.5	10890.6	10717.4	10548	10382.3	10220.4	10062.1	9907.53	9756.59	9609.24	9465.46	9325.18	9188.38	9054.98	8924.92	8798.16				
					Tiro Der.(N)	11622.3	11434.1	11249.6	11068.8	10891.8	10718.6	10549	10383.2	10221.2	10062.8	9908.07	9757.01	9609.54	9465.63	9325.24	9188.31	9054.79	8924.62	8797.73				
17	A90	157.73	157.73	0.31	Flech a(m)	0.81	0.82	0.83	0.85	0.86	0.87	0.89	0.9	0.92	0.93	0.95	0.96	0.98	0.99	1	1.02	1.04	1.05	1.07				
					Tiro H.(N)	11612.3	11424	11239.5	11058.6	10881.5	10708.2	10538.6	10372.7	10210.6	10052.1	9897.31	9746.16	9598.61	9454.62	9314.14	9177.12	9043.51	8913.24	8786.27				
					Tiro Izq.(N)	11614.2	11426	11241.6	11060.8	10883.8	10710.5	10541	10375.2	10213.1	10054.8	9900.05	9748.99	9601.52	9457.62	9317.22	9180.29	9046.77	8916.6	8789.71				
17	A90	157.73	157.73	0.31	Tiro Der.(N)	11500	11325.1	11153.7	10985.8	10821.5	10660.8	10503.6	10349.9	10199.6	10052.8	9903.98	9769.3	9632.52	9499	9368.67	9241.48	9117.38	8996.31	8878.2				
					Flech a(m)	1.74	1.77	1.8	1.83	1.85	1.88	1.91	1.94	1.97	2	2.03	2.05	2.08	2.11	2.14	2.17	2.2	2.23	2.26				
					Tiro H.(N)	11489.8	11314.6	11143	10975	10810.6	10649.7	10492.3	10338.4	10187.9	10040.9	9897.31	9757.04	9620.07	9486.36	9355.84	9226.46	9104.17	8982.9	8864.6				
18	A90	141.11	165.44	-1.25	Tiro Izq.(N)	11502	11327.1	11155.7	10987.8	10823.5	10662.8	10505.6	10351.9	10201.6	10054.8	9911.38	9771.3	9634.52	9500.99	9370.66	9243.48	9119.38	8998.3	8880.2				
					Tiro Der.(N)	11698.9	11503.4	11311.8	11123.9	10939.8	10759.6	10583.2	10410.6	10241.9	10075.8	9915.98	9758.73	9605.24	9455.47	9309.4	9168.97	9028.13	8892.82	8760.99				
					Flech a(m)	1.89	1.92	1.95	1.99	2.02	2.05	2.09	2.12	2.16	2.19	2.23	2.26	2.3	2.34	2.37	2.41	2.45	2.49	2.52				
19	S5	141.11	139	0.87	Tiro H.(N)	11682.3	11486.7	11294.8	11106.7	10922.4	10742	10565.4	10392.6	10223.7	10058.6	9897.31	9739.83	9586.11	9436.11	9289.8	9147.14	9008.06	8872.52	8740.45				
					Tiro Izq.(N)	11690.8	11495.4	11303.7	11115.8	10931.7	10751.5	10575.1	10402.6	10233.8	10069	9907.93	9750.67	9597.18	9447.42	9301.34	9158.91	9020.07	8884.77	8752.93				
					Tiro Der.(N)	11688.4	11492.9	11301.1	11113.2	10929	10748.7	10572.3	10399.7	10230.9	10066	9904.84	9747.52	9593.96	9444.13	9297.99	9155.48	9016.57	8881.2	8749.3				
20	SSA	141.11	139	-1.78	Flech a(m)	1.33	1.36	1.38	1.4	1.43	1.45	1.47	1.5	1.52	1.55	1.57	1.6	1.62	1.65	1.68	1.7	1.73	1.75	1.78				
					Tiro H.(N)	11682.3	11486.7	11294.8	11106.7	10922.4	10742	10565.4	10392.6	10223.7	10058.6	9897.31	9739.83	9586.11	9436.11	9289.8	9147.14	9008.06	8872.52	8740.45				
					Tiro Izq.(N)	11694	11498.5	11306.7	11118.8	10934.6	10754.3	10577.9	10405.3	10236.5	10071.8	9910.44	9753.12	9599.56	9449.73	9303.59	9161.09	9022.18	8886.8	8754.9				
20	SSA	141.11	139	-1.78	Tiro Der.(N)	11697.6	11502.1	11310.4	11122.4	10938.2	10757.9	10581.5	10408.8	10240.1	10075.1	9913.98	9756.65	9603.08	9453.24	9307.09	9164.58	9025.66	8890.28	8758.37				
					Flech a(m)	1.33	1.36	1.38	1.4	1.43	1.45	1.47	1.5	1.52	1.55	1.57	1.6	1.62	1.65	1.68	1.7	1.73	1.75	1.78				
					Tiro H.(N)	11682.3	11486.7	11294.8	11106.7	10922.4	10742	10565.4	10392.6	10223.7	10058.6	9897.31	9739.83	9586.11	9436.11	9289.8	9147.14	9008.06	8872.52	8740.45				
21	SSA	141.11	133	0.78	Tiro Izq.(N)	11686.2	11490.6	11298.9	11110.9	10926.8	10746.5	10570	10397.4	10228.6	10063.7	9902.53	9745.2	9591.63	9441.79	9295.64	9153.13	9014.21	8878.83	8746.92				
					Tiro Der.(N)	11687.9	11492.4	11300.6	11112.7	10928.5	10748.2	10571.7	10399.1	10230.3	10065.4	9904.24	9746.9	9593.33	9443.48	9297.33	9154.81	9015.89	8880.5	8748.58				
					Flech a(m)	1.22	1.24	1.26	1.28	1.3	1.33	1.35	1.37	1.39	1.42	1.44	1.46	1.49	1.51	1.53	1.56	1.58	1.61	1.63				
22	SSA	141.11	134	-3.11	Tiro H.(N)	11682.3	11486.7	11294.8	11106.7	10922.4	10742	10565.4	10392.6	10223.7	10058.6	9897.31	9739.83	9586.11	9436.11	9289.8	9147.14	9008.06	8872.52	8740.45				
					Tiro Izq.(N)	11692.9	11497.4	11305.7	11117.7	10933.6	10753.2	10576.8	10404.2	10235.4	10070.4	9909.29	9751.95	9598.38	9448.54	9302.38	9159.87	9020.94	8885.55	8753.64				
					Tiro Der.(N)	11703.5	11507.9	11316.1	11128.1	10943.9	10763.6	10587	10414.4	10245.6	10080.6	9919.4	9762.03	9608.42	9458.54	9312.35	9169.8	9030.85	8895.42	8763.48				
23	SSA	141.11	138	-1.03	Flech a(m)	1.24	1.26	1.28	1.3	1.32	1.35	1.37	1.39	1.42	1.44	1.46	1.49	1.51	1.53	1.56	1.58	1.61	1.63	1.66				
					Tiro H.(N)	11682.3	11486.7	11294.8	11106.7	10922.4	10742	10565.4	10392.6	10223.7	10058.6	9897.31	9739.83	9586.11	9436.11	9289.8	9147.14	9008.06	8872.52	8740.45				
					Tiro Izq.(N)	11683.5	11487.9	11296.1	11108.1	10923.9	10743.5	10567	10394.4	10225.5	10060.6	9899.38	9742.01	9588.4	9438.52	9292.33	9149.78	9010.82	8875.4	8743.46				
23	SSA	141.11	138	-1.03	Tiro Der.(N)	11694.4	11498.9	11307.2	11119.2	10935.1	10754.8	10578.3	10405.7	10236.9	10072	9910.88	9753.56	9600	9450.16	9304.02	9161.51	9022.6	8887.22	8755.31				
					Flech a(m)	1.31	1.34	1.36	1.38	1.4	1.43	1.45	1.48	1.5	1.53	1.55	1.58	1.6	1.63	1.65	1.68	1.7	1.73	1.76				
					Tiro H.(N)	11682.3	11486.7	11294.8	11106.7	10922.4	10742	10565.4	10392.6	10223.7	10058.6	9897.31	9739.83	9586.11	9436.11	9289.8	9147.14	9008.06	8872.52	8740.45				
24	SSA	141.11	138	-0.82	Tiro Izq.(N)	11687.8	11492.3	11300.6	11112.6	10928.5	10748.2	10571.7	10399.1	10230.3	10065.4	9904.27	9746.94	9593.38	9443.55	9297.4	9154.9	9015.98	8880.6	8748.7				
					Tiro Der.(N)	11693.7	11498.2	11306.4	11118.5	10934.3	10754	10577.6	10405	10236.2	10071.3	9910.13	9752.8	9599.24	9449.41	9303.26	9160.76	9021.85	8886.47	8754.57				
					Flech a(m)	1.31	1.34	1.36	1.38	1.4	1.43	1.45	1.48	1.5	1.53	1.55	1.58	1.6	1.63	1.65	1.68	1.7	1.73	1.76				
25	SSA																											

CONDUCTOR : AAAC - 240 mm2	
HIPOTESIS I EDS	Vel.Viento (Km/h) : 0
	Temp. (°C): 20
	% Tiro EDS: 15

N°	Armado	VIR (m)	Vano (m)	Desnvel(m)	Temp(°C)->	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
28	SSA	141.11	133	-1.44	Tiro Der.(N)	11695.5	11500	11308.3	11120.3	10936.1	10755.8	10579.3	10406.7	10237.9	10073	9911.82	9754.48	9600.9	9451.05	9304.89	9162.37	9023.44	8888.04	8756.12
					Flecha(m)	1.22	1.24	1.26	1.28	1.3	1.33	1.35	1.37	1.39	1.42	1.44	1.46	1.49	1.51	1.53	1.56	1.58	1.61	1.63
29	SSA	141.11	133	-1.8	Tiro H.(N)	11682.3	11486.7	11294.8	11106.7	10922.4	10742	10565.4	10392.6	10223.7	10058.6	9897.31	9739.83	9586.11	9436.11	9289.8	9147.14	9008.06	8872.52	8740.45
					Tiro Izq.(N)	11686.2	11490.7	11299.4	11111	10926.8	10746.5	10570	10397.4	10228.6	10063.7	9902.52	9745.18	9591.6	9441.75	9295.59	9153.07	9014.14	8878.74	8746.82
29	SSA	141.11	133	-1.8	Tiro Der.(N)	11697.1	11501.6	11309.8	11121.8	10937.6	10757.3	10580.8	10408.2	10239.4	10074.4	9913.3	9755.95	9602.37	9452.51	9306.34	9163.82	9024.88	8889.48	8757.56
					Flecha(m)	1.22	1.24	1.26	1.28	1.31	1.33	1.35	1.37	1.39	1.42	1.44	1.46	1.49	1.51	1.53	1.56	1.58	1.61	1.63
30	SSA	141.11	133	-1.83	Tiro H.(N)	11682.3	11486.7	11294.8	11106.7	10922.4	10742	10565.4	10392.6	10223.7	10058.6	9897.31	9739.83	9586.11	9436.11	9289.8	9147.14	9008.06	8872.52	8740.45
					Tiro Izq.(N)	11685.5	11490	11299.4	11110.2	10926	10747.5	10569.2	10396.6	10227.8	10062.8	9901.7	9744.35	9590.77	9440.91	9294.74	9152.22	9013.28	8877.88	8745.96
30	SSA	141.11	133	-1.83	Tiro Der.(N)	11697.2	11501.7	11309.9	11121.9	10937.8	10757.5	10581	10408.3	10239.5	10074.6	9913.43	9756.08	9602.5	9452.65	9306.48	9163.95	9025.02	8889.62	8757.69
					Flecha(m)	1.22	1.24	1.26	1.28	1.31	1.33	1.35	1.37	1.39	1.42	1.44	1.46	1.49	1.51	1.53	1.56	1.58	1.61	1.63
31	SSA	141.11	130.74	-4.11	Tiro H.(N)	11682.3	11486.7	11294.8	11106.7	10922.4	10742	10565.4	10392.6	10223.7	10058.6	9897.31	9739.83	9586.11	9436.11	9289.8	9147.14	9008.06	8872.52	8740.45
					Tiro Izq.(N)	11685.4	11489.9	11298.1	11110.1	10926	10745.7	10569.2	10396.5	10227.7	10062.8	9901.63	9744.28	9590.69	9440.84	9294.67	9152.15	9013.21	8877.81	8745.88
31	SSA	141.11	130.74	-4.11	Tiro Der.(N)	11709	11513.3	11321.5	11133.4	10949.2	10768.8	10592.2	10419.5	10250.7	10085.6	9924.41	9766.99	9613.34	9463.42	9317.19	9174.6	9035.61	8902.35	8768.16
					Flecha(m)	1.18	1.2	1.22	1.24	1.26	1.28	1.3	1.33	1.35	1.37	1.39	1.41	1.44	1.46	1.48	1.51	1.53	1.55	1.58
32	A60	55.54	55.54	1.26	Tiro H.(N)	11682.3	11486.7	11294.8	11106.7	10922.4	10742	10565.4	10392.6	10223.7	10058.6	9897.31	9739.83	9586.11	9436.11	9289.8	9147.14	9008.06	8872.52	8740.45
					Tiro Izq.(N)	11682.5	11486.9	11295	11107	10922.7	10742.3	10565.8	10393	10224.2	10059.1	9897.93	9740.51	9586.86	9436.94	9290.71	9148.12	9009.12	8873.65	8741.66
32	A60	55.54	55.54	1.26	Tiro Der.(N)	12743.3	12450.5	12159.2	11869.5	11581.4	11295.2	11010.9	10728.9	10449.1	10171.9	9897.41	9625.89	9357.56	9092.68	8831.51	8574.33	8321.44	8073.12	7829.68
					Flecha(m)	0.2	0.2	0.2	0.21	0.22	0.23	0.23	0.24	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.3	0.31	0.32		
33	A90	220.14	220.14	-4.02	Tiro H.(N)	12742.8	12450.1	12158.8	11869.1	11581.1	11294.9	11010.7	10728.7	10449	10171.8	9897.31	9625.81	9357.5	9092.64	8831.48	8574.32	8321.43	8073.12	7829.68
					Tiro Izq.(N)	12751.4	12458.6	12167.3	11877.6	11589.5	11303.3	11019.1	10737	10452.2	10180	9905.54	9634.01	9365.68	9100.8	8839.63	8582.46	8329.56	8081.24	7837.8
33	A90	220.14	220.14	-4.02	Tiro Der.(N)	10969.2	10856.4	10745.9	10637.6	10531.5	10427.4	10325.4	10225.5	10127.5	10031.5	9937.35	9845.08	9754.63	9665.96	9579.02	9493.79	9410.21	9328.26	9247.9
					Flecha(m)	3.57	3.61	3.65	3.69	3.72	3.76	3.8	3.84	3.87	3.91	3.95	3.98	4.02	4.06	4.1	4.13	4.17	4.21	4.24
34	A90	153.95	153.95	-4.73	Tiro H.(N)	10931.3	10818.4	10707.7	10599.1	10492.8	10388.5	10286.3	10186.1	10087.9	9991.66	9897.31	9804.81	9714.14	9625.24	9538.08	9452.62	9368.82	9286.65	9206.06
					Tiro Izq.(N)	10943.2	10830.5	10720	10611.7	10505.6	10401.5	10299.5	10199.6	10101.6	10005.6	9911.44	9819.17	9728.72	9640.05	9553.11	9467.88	9385.61	9302.35	9221.99
34	A90	153.95	153.95	-4.73	Tiro Der.(N)	11563.4	11383.8	11207.8	11035.5	10866.7	10701.6	10540.1	10382.2	10227.8	10077	9929.68	9785.79	9645.32	9508.21	9374.4	9243.86	9116.51	8992.3	8871.16
					Flecha(m)	1.66	1.68	1.71	1.74	1.76	1.79	1.82	1.85	1.87	1.9	1.93	1.96	1.99	2.02	2.05	2.07	2.1	2.13	2.16
35	S5	153.95	153.95	-1.81	Tiro H.(N)	11532	11352.3	11176.3	11003.8	10835	10669.8	10508.2	10350.2	10195.7	10044.8	9897.31	9753.31	9612.72	9475.48	9341.56	9210.89	9083.41	8959.07	8837.81
					Tiro Izq.(N)	11532.9	11353.3	11177.3	11004.9	10836.2	10671.1	10509.6	10351.7	10197.3	10046.5	9899.17	9755.29	9614.81	9477.7	9343.9	9213.35	9086	8961.79	8840.66
35	S5	153.95	153.95	-1.81	Tiro Der.(N)	11549.3	11369.8	11193.9	11021.6	10852.9	10687.9	10526.4	10368.6	10214.3	10063.5	9916.25	9772.43	9630.71	9494.95	9361.2	9230.31	9103.41	8979.25	8858.17
					Flecha(m)	1.66	1.68	1.71	1.74	1.76	1.79	1.82	1.85	1.87	1.9	1.93	1.96	1.99	2.02	2.04	2.07	2.1	2.13	2.16
36	A90	116.59	144.71	-0.32	Tiro H.(N)	11532	11352.3	11176.3	11003.8	10835	10669.8	10508.2	10350.2	10195.7	10044.8	9897.31	9753.31	9612.72	9475.48	9341.56	9210.89	9083.41	8959.07	8837.81
					Tiro Izq.(N)	11537.7	11358.1	11182.2	11009.9	10841.3	10676.2	10514.8	10356.9	10202.7	10051.9	9904.6	9760.78	9620.36	9483.3	9349.56	9219.06	9091.76	8967.5	8846.52
36	A90	116.59	144.71	-0.32	Tiro Der.(N)	12002.5	11775.6	11552.4	11333	11117.4	10905.8	10698.1	10494.6	10295.3	10100.2	9909.35	9722.83	9540.65	9362.83	9189.38	9020.3	8855.57	8695.18	8539.09
					Flecha(m)	1.41	1.43	1.46	1.49	1.52	1.55	1.58	1.61	1.64	1.67	1.7	1.74	1.77	1.8	1.84	1.87	1.91	1.94	1.98
37	S15	116.59	83.08	-0.01	Tiro H.(N)	11992.3	11765.3	11541.9	11322.3	11106.5	10894.7	10686.9	10483.2	10283.7	10088.4	9897.31	9710.58	9528.18	9350.15	9176.48	9007.17	8842.22	8681.6	8525.28
					Tiro Izq.(N)	12000.4	11773.5	11550.3	11330.9	11115.3	10903.7	10696.1	10492.6	10293.2	10098.1	9907.29	9720.77	9538.59	9360.77	9187.32	9018.24	8853.51	8693.12	8537.02
37	S15	116.59	83.08	-0.01	Tiro Der.(N)	11995.4	11768.4	11545.1	11325.5	11109.8	10898	10690.3	10486.7	10287.2	10091.9	9900.96	9714.3	9531.98	9354.01	9180.42	9011.19	8846.31	8685.76	8529.51
					Flecha(m)	0.46	0.47	0.48	0.49	0.5	0.51	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	0.59	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65
38	S15	116.59	88.75	-1.37	Tiro H.(N)	11992.3	11765.3	11541.9	11322.3	11106.5	10894.7	10686.9	10483.2	10283.7	10088.4	9897.31	9710.58	9528.18	9350.15	9176.48	9007.17	8842.22	8681.6	8525.28
					Tiro Izq.(N)	11995.3	11768.3	11545	11325.4	11109.7	10898	10690.2	10486.6	10287.1	10091.9	9900.9	9714.24	9531.91	9353.95	9180.35	9011.12	8846.24	8685.7	8529.45
38	S15	116.59	88.75	-1.37	Tiro Der.(N)	12001.6	11774.6	11551.3	11331.7	11116	10904.2	10696.4	10492.8	10293.3	10098	9907.04	9720.36	9538.03	9360.05	9186.44	9017.2	8852.32	8691.76	8535.5
					Flecha(m)	0.53	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	0.59	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65	0.67	0.68	0.69	0.7	0.72	0.73	0.74
39	A90	145.4	150.4	0.11	Tiro H.(N)	11992.3	11765.3	11541.9	11322.3	11106.5	10894.7	10686.9	10483.2	10283.7	10088.4	9897.31	9710.58	9528.18	9350.15	9176				



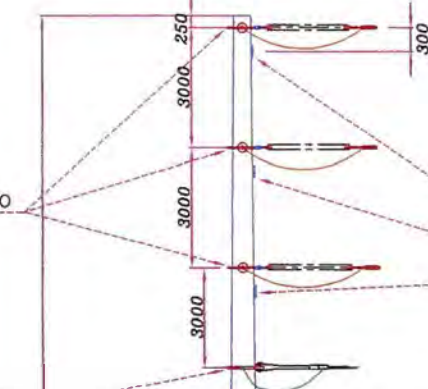
POSTE TIPO A60

VANO MÁXIMO: 180 m.
VANO GRAVANTE: 450 m.
VANO MEDIO: 180 m.
ÁNGULO DE DESVÍO: 60°

OJAL CIRCULAR
PARA AISLADOR POLIMÉRICO
(VER DETALLE-1)

OJAL CIRCULAR
PARA ESLABÓN DE EXTENSIÓN
(VER DETALLE-1)

POS.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	
		S60	S90
1	ADAPTADOR ANILLO-BOLA	6	6
2	AISLADOR POLIMÉRICO TIPO SUSPENSIÓN	6	6
3	ADAPTADOR CASQUILLO OJO	6	6
4	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA CON 5 PERNOS	6	6
5	VARILLA DE ARMAR	3	3
6	GRAPA DE SUSPENSIÓN PARA AISLADOR RÍGIDO	3	3
7	AISLADOR RÍGIDO HORIZONTAL	3	3
8	GRILLETE DE SUJECIÓN	9	9



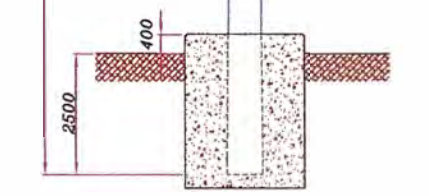
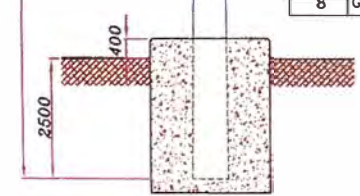
POSTE TIPO A90

VANO MÁXIMO: 180 m.
VANO GRAVANTE: 450 m.
VANO MEDIO: 180 m.
ÁNGULO DE DESVÍO: 90°

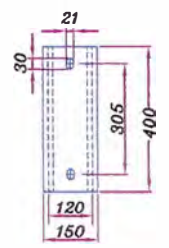
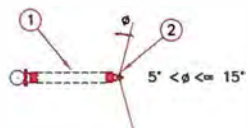
PLACA SOPORTE PARA
AISLADOR RÍGIDO
(VER DETALLE-2)

NOTA:

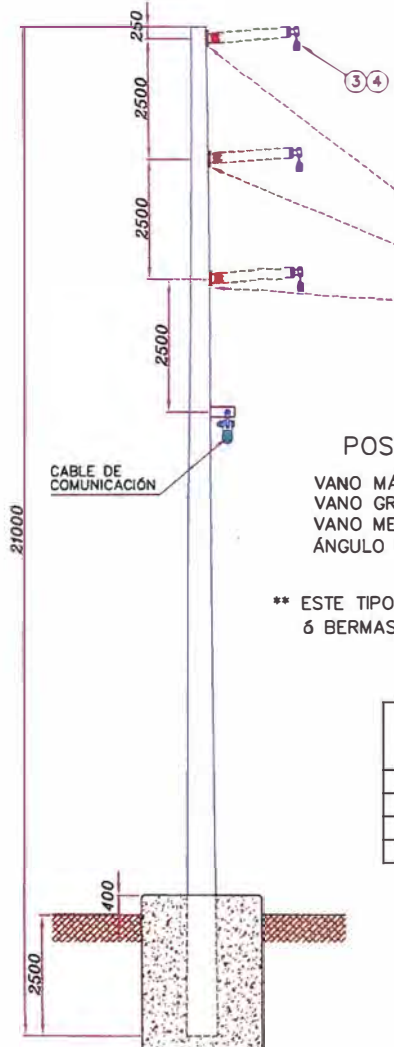
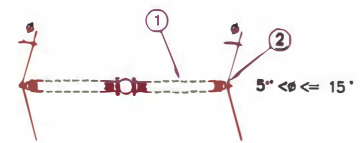
- LA MÁXIMA DEFLEXIÓN DEL POSTE DEBERÁ SER 0,5% SIN CONSIDERAR LOS FACTORES DE SOBRECARGA
- TODAS LAS DISTANCIAS ESTÁN EN MILÍMETROS



ESTRUCTURA DE ANCLAJE Y TERMINAL TIPO A60 Y A90 - POSTE METALICO	LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 kV. SET TRUJILLO NORTE - SET TRUJILLO NOROESTE	
UNI	DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD	LÁMINA:
FIEE	PROVINCIA: TRUJILLO	ARM-01



DETALLE DE PLACA SOPORTE PARA AISLADOR RÍGIDO
DETALLE-1



POSTE TIPO S15

- VANO MÁXIMO: 170 m.
- VANO GRAVANTE: 450 m.
- VANO MEDIO: 160 m.
- ÁNGULO DE DESVÍO: 15°

** ESTE TIPO DE POSTE SE USARÁ EN VEREDAS
ó BERMAS LATERALES

POS.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	
		S15	S15A
1	AISLADOR RÍGIDO HORIZONTAL	3	3
2	VARILLA DE ARMAR	3	3
3	GRAPA DE SUSPENSIÓN PARA AISLADOR RÍGIDO	3	3
4	GRILLETE DE SUJECIÓN	3	3



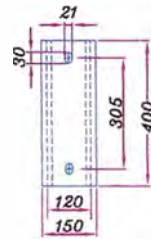
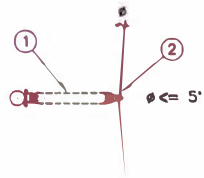
POSTE TIPO S15A

- VANO MÁXIMO: 225 m.
- VANO GRAVANTE: 525 m.
- VANO MEDIO: 180 m.
- ÁNGULO DE DESVÍO: 15°

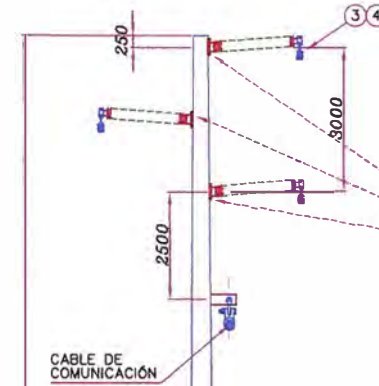
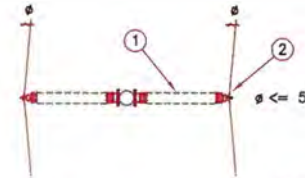
** ESTE TIPO DE POSTE SE USARÁ EN JARDÍN
ó BERMAS LATERALES

NOTA:
- LA MÁXIMA DEFLEXIÓN DEL POSTE DEBERA SER 0,5%
SIN CONSIDERAR LOS FACTORES DE SOBRECARGA
- TODAS LAS DISTANCIAS ESTÁN EN MILÍMETROS

ESTRUCTURA DE ÁNGULO MEDIANO TIPO S15 y S15A - POSTE METÁLICO	LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 KV, SETRUJILLO NORTE - SETRUJILLO NOROESTE
UNI	DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD
FIEE	PROVINCIA: TRUJILLO
	ARM-02



DETALLE DE PLACA SOPORTE
PARA AISLADOR RÍGIDO
DETALLE-1



PLACA SOPORTE PARA
AISLADOR RÍGIDO
(VER DETALLE-1)

POSTE TIPO S5A

VANO MÁXIMO: 225 m.
VANO GRAVANTE: 525 m.
VANO MEDIO: 180 m.
ÁNGULO DE DESVÍO: 5°

** ESTE TIPO DE POSTE SE USARÁ EN JARDÍN
6 BERMAS LATERALES

NOTA:

- LA MÁXIMA DEFLEXIÓN DEL POSTE DEBERÁ SER 0,5% SIN CONSIDERAR LOS FACTORES DE SOBRECARGA
- TODAS LAS DISTANCIAS ESTÁN EN MILÍMETROS



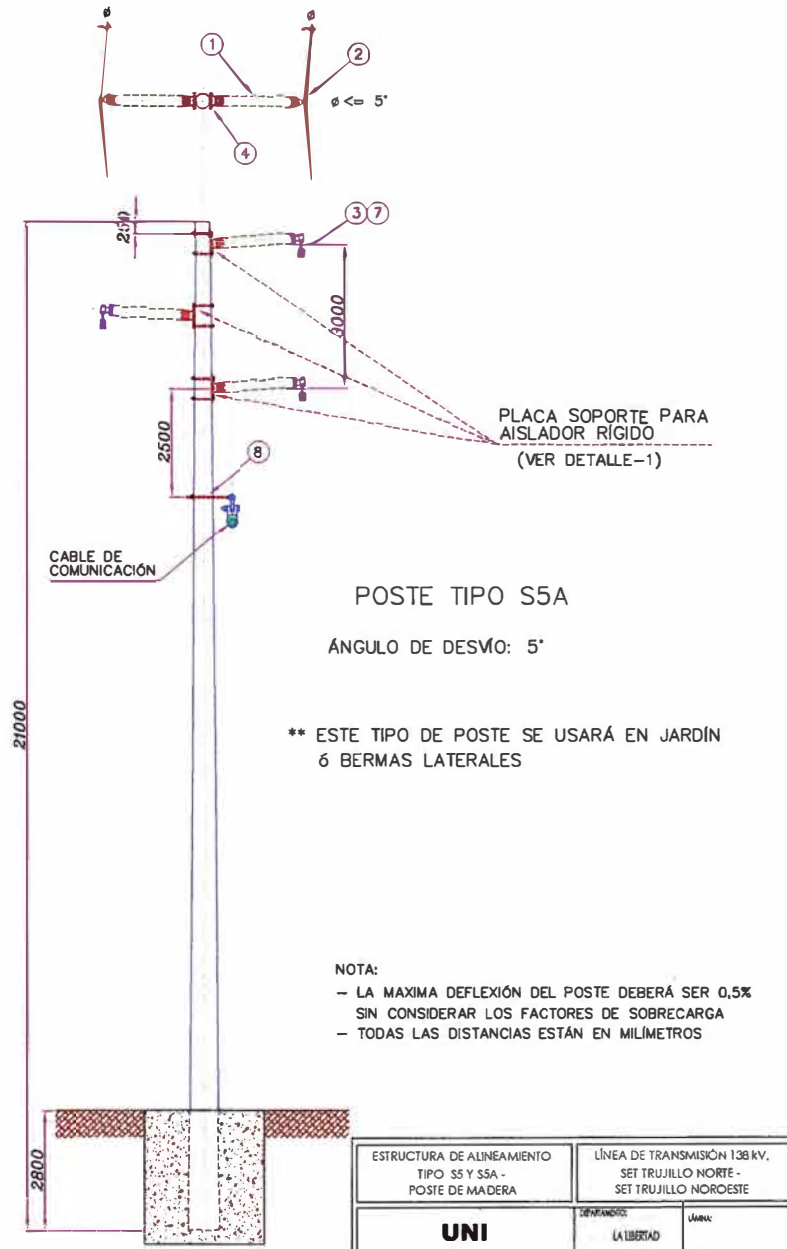
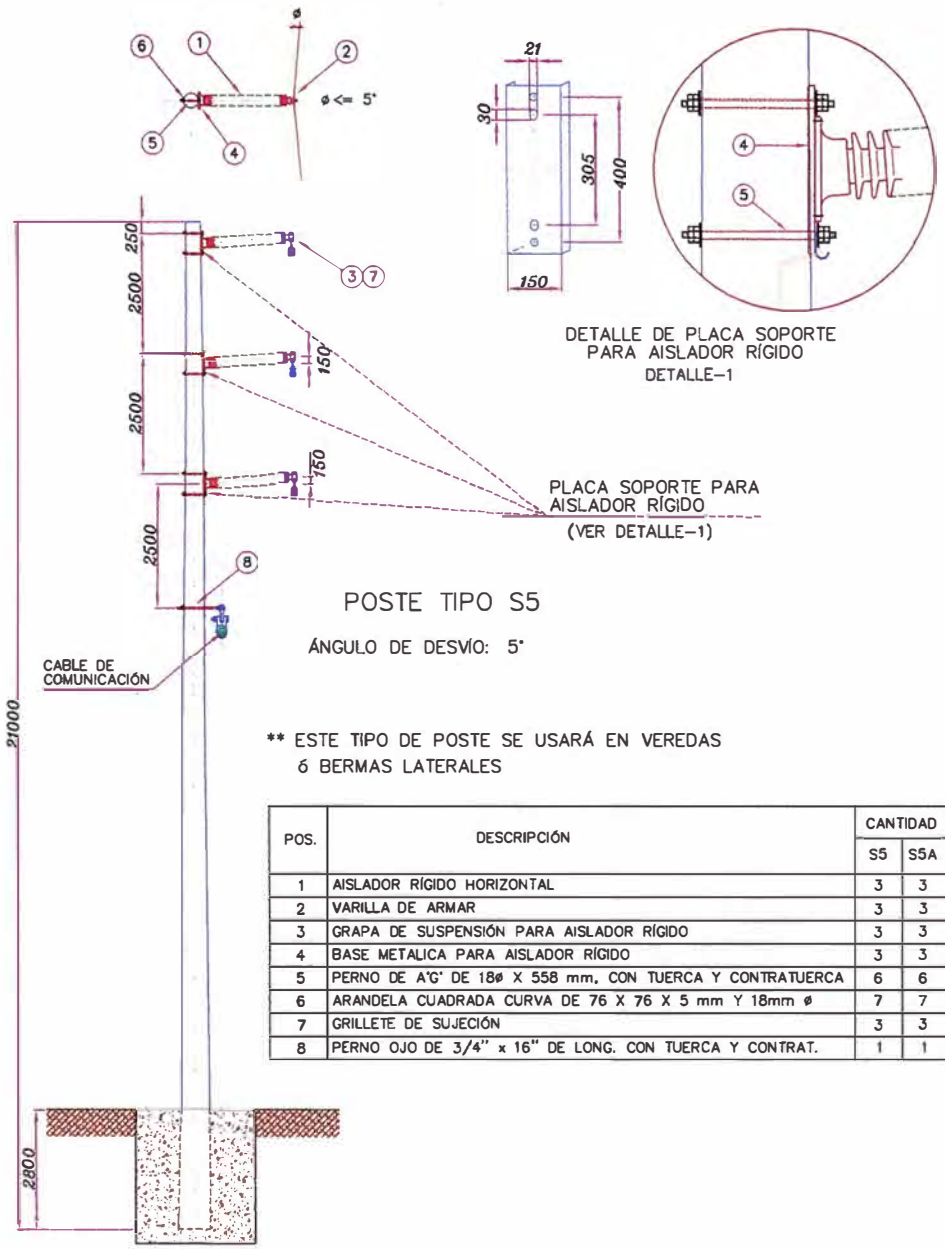
POSTE TIPO S5

VANO MÁXIMO: 170 m.
VANO GRAVANTE: 450 m.
VANO MEDIO: 160 m.
ÁNGULO DE DESVÍO: 5°

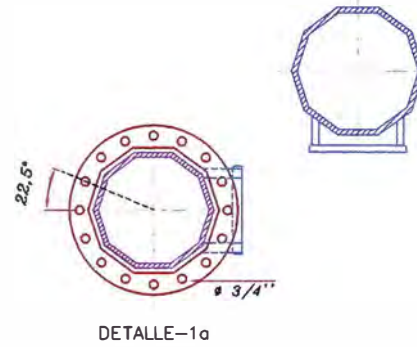
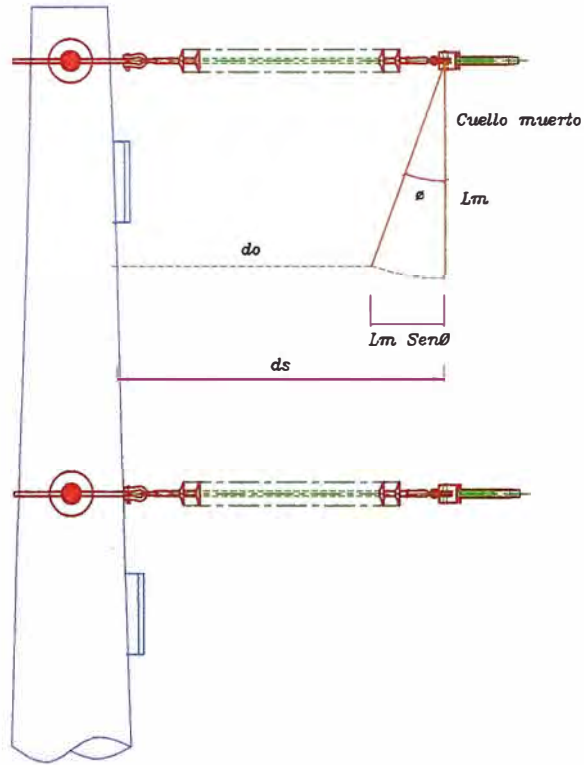
** ESTE TIPO DE POSTE SE USARÁ EN VEREDAS
6 BERMAS LATERALES

POS.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	
		S5	S5A
1	AISLADOR RÍGIDO HORIZONTAL	3	3
2	VARILLA DE ARMAR	3	3
3	GRAPA DE SUSPENSIÓN PARA AISLADOR RÍGIDO	3	3
4	GRILLETE DE SUJECIÓN	3	3

ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO TIPO S5 Y S5A - POSTE METÁLICO	LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 kV. SET TRUJILLO NORTE - SET TRUJILLO NOROESTE
UNI	DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD
FIEE	PROVINCIA: TRUJILLO
	CÁMBIO: ARM-03 VI

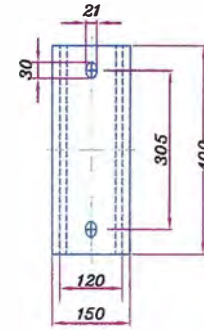


DISTANCIA DE SEGURIDAD DEL CONDUCTOR AL SOPORTE

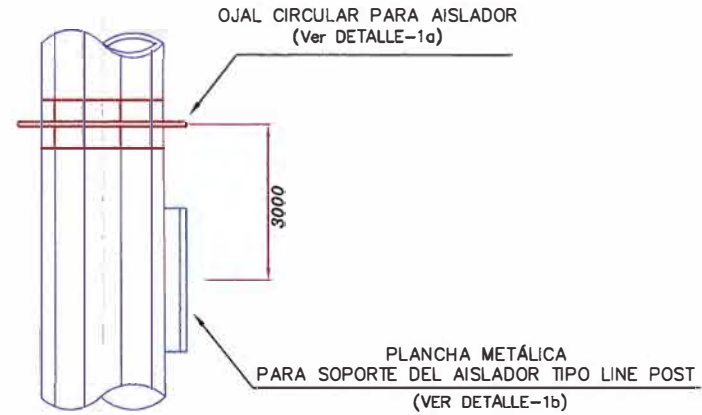


DETALLE-1a

DETALLE DE PLACA SOPORTE PARA AISLADOR RÍGIDO



DETALLE-1b



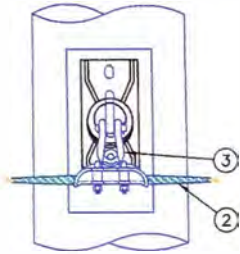
DISPOSITIVO ADICIONAL PARA LAS ESTRUCTURAS A60 Y A90

Condición	Dist. Seg. del conductor al soporte (m)	Ang. Oscilac. "θ" (°C)	Dist. De instalación del conductor "ds" (m)
con viento	0,77	20	1,5

NOTA:

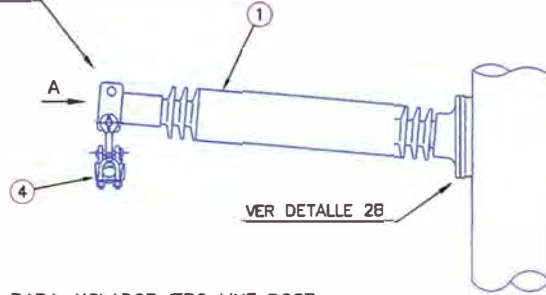
- DEL ANÁLISIS DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD DEL CONDUCTOR AL SOPORTE SE CONCLUYE QUE TODAS LAS ESTRUCTURAS TIPO A60 Y A90 DEBERÁN LLEVAR AISLADOR TIPO LINE POST PARA EL PASE DEL CONDUCTOR EN CUELLO MUERTO.

DISPOSITIVOS ADICIONALES PARA LAS ESTRUCTURAS A60 Y A90	LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 kv, SET TRUJILLO NORTE - SET TRUJILLO NOROESTE	
UNI	EMPRESA: LA LIBERTAD	DET-01 1/1
FIEE	PROYECTO: TRUJILLO	



VISTA A

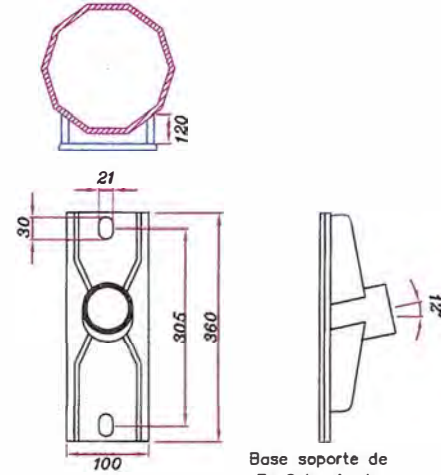
VER DETALLE 2A



VER DETALLE 2B

ACCESORIOS PARA AISLADOR TIPO LINE POST

POS.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	AISLADOR RÍGIDO TIPO LINE POST	1
2	VARILLA DE ARMAR	1
3	GRILLETE	1
4	GRAPA DE SUSPENSIÓN PARA AISLADOR RÍGIDO	1

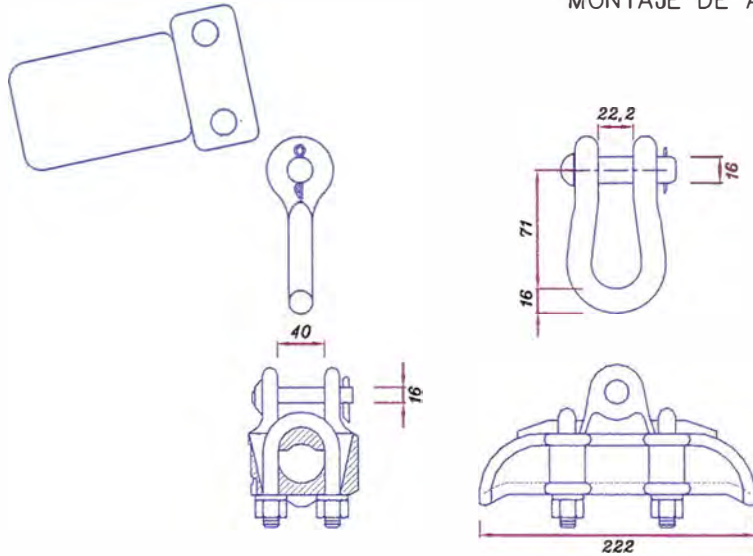


Base soporte de Fe Galvanizada

DETALLE 2B

BASE DEL AISLADOR RÍGIDO

MONTAJE DE AISLADOR RÍGIDO HORIZONTAL



DETALLE 2A

DETALLE DE INSTALACIÓN DE LA GRAPA DE SUSPENSIÓN PARA CONDUCTOR AAC-240mm²

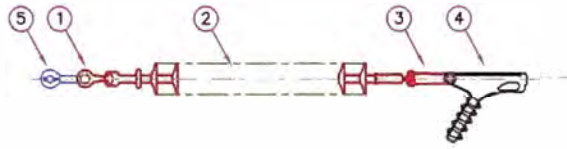
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES

DESCRIPCIÓN	MATERIAL	ROTURA (KN)
GRILLETE	ACERO DUCTIL	80
GRAPA DE SUSPENSIÓN PARA AISLADOR RÍGIDO	ALEACIÓN DE AL	81

NOTAS:

- EL TOPE DE LOS POSTES DEBERÁN SER SELLADOS MEDIANTE UNA PLETINA CIRCULAR.
- EN CASO QUE LOS POSTES SEAN SUMISTRADOS EN VARIAS PARTES, SE LE DOTARÁ DE MARCAS VISIBLES Y PERMANENTES QUE SIRVAN DE REFERENCIA DURANTE EL MONTAJE.

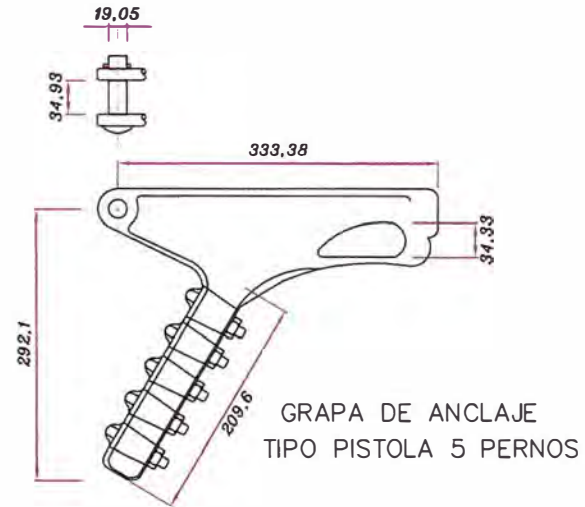
ENSAMBLE DEL AISLADOR RÍGIDO HORIZONTAL (TIPO LINE POST)	LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 kV, SET TRUJILLO NORTE - SET TRUJILLO NOROESTE	
UNI	DEPARTAMENTO	LÁMBDA
	LA LIBERTAD	
FIEE	PROVINCIA	TRUJILLO
		DET-02
		1/1



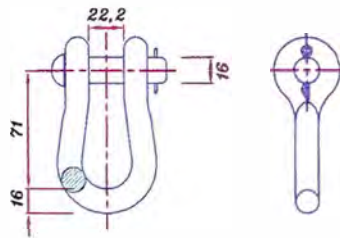
CADENA DE ANCLAJE PARA LAS EST. A60 Y A90

ACCESORIOS PARA LA CADENA DE ANCLAJE

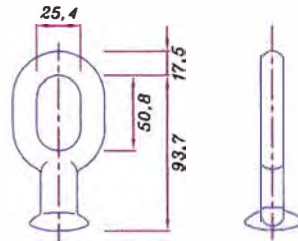
POS.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	ADAPTADOR ANILLO-BOLA	1
2	AISLADOR POLIMÉRICO PARA 138 kV.	1
3	ADAPTADOR CASQUILLO-OJO ALARGADO	1
4	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA	1
5	GRILLETE	1



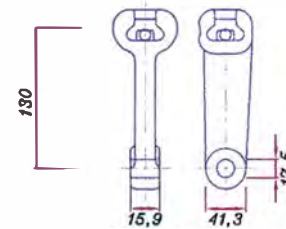
GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA 5 PERNOS



GRILLETE



ADAPTADOR ANILLO - BOLA

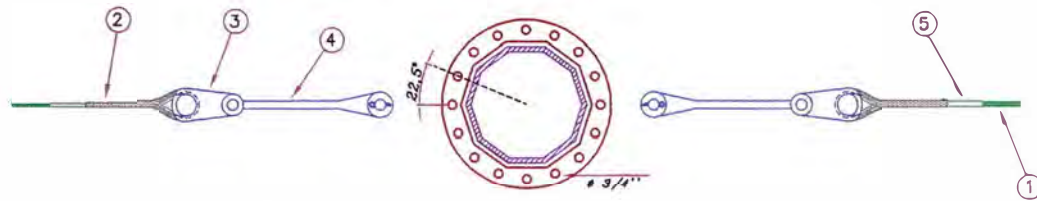


CASQUILLO - OJAL LARGO

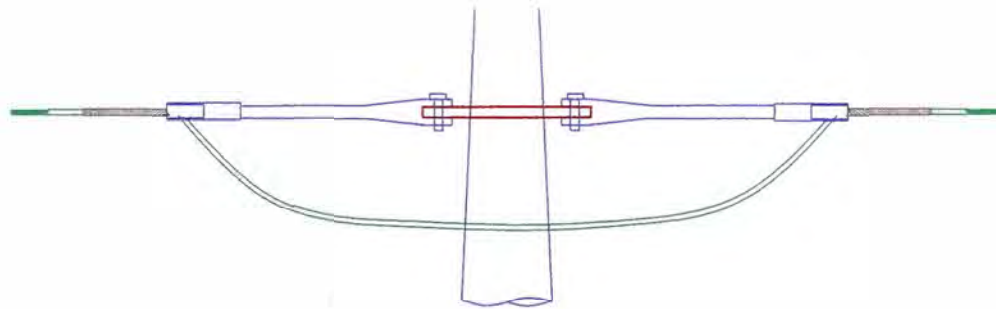
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES

DESCRIPCIÓN	MATERIAL	ROTURA (KN)
GRILLETE	ACERO DUCTIL	80
ADAPTADOR ANILLO - BOLA	ACERO DUCTIL	82
CASQUILLO - OJAL LARGO	ACERO DUCTIL	72
GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA 5 PERNOS	ALEACIÓN DE AL	110

ENSAMBLE DEL AISLADOR POLIMÉRICO (TIPO SUSPENSIÓN)	LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 kV. SET TRUJILLO NORTE - SET TRUJILLO NOROESTE
UNI	LA LIBERTAD
FIEE	TRUJILLO
	DET-03

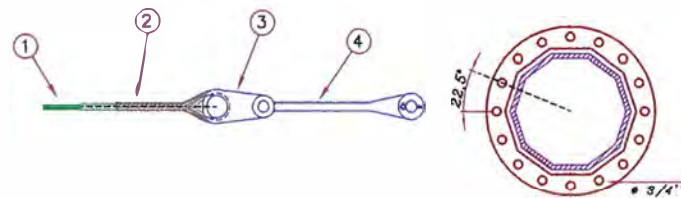


ANCLAJE

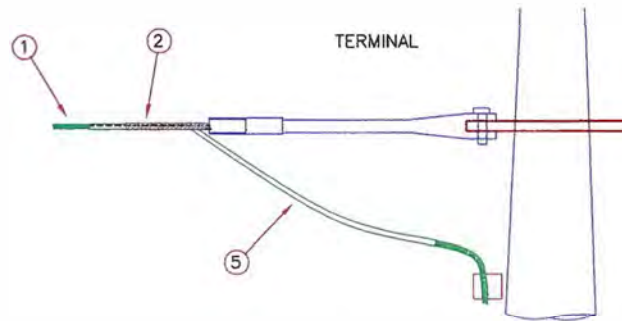


ENSAMBLES DE SUJECIÓN CABLE DE GUARDA			
TIPO	POS	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
A	1	Cable ADSS	1
	2	Varilla Preformada de retención	1
	3	Dedal Clevis (clevis Thimble)	1
	4	Eslabón de extensión	1
	5	Varilla de Blindaje	1

ACCESORIOS DEL CABLE DE COMUNICACIONES PARA LAS ESTRUCTURAS TIPO A60 Y A90



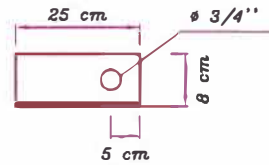
TERMINAL



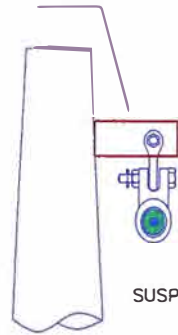
ENSAMBLES DE SUJECIÓN CABLE DE GUARDA			
TIPO	POS	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
T	1	Cable ADSS	1
	2	Varilla Preformada de retención	1
	3	Dedal Clevis (clevis Thimble)	1
	4	Eslabón de extensión	1
	5	Varilla de Blindaje	1

ACCESORIOS PARA CABLES DE COMUNICACIÓN TIPO ADSS	LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 kV. SET TRUJILLO NORTE - SET TRUJILLO NOROESTE
UNI	DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD
FIEE	PROVINCIA: TRUJILLO
	DET-04

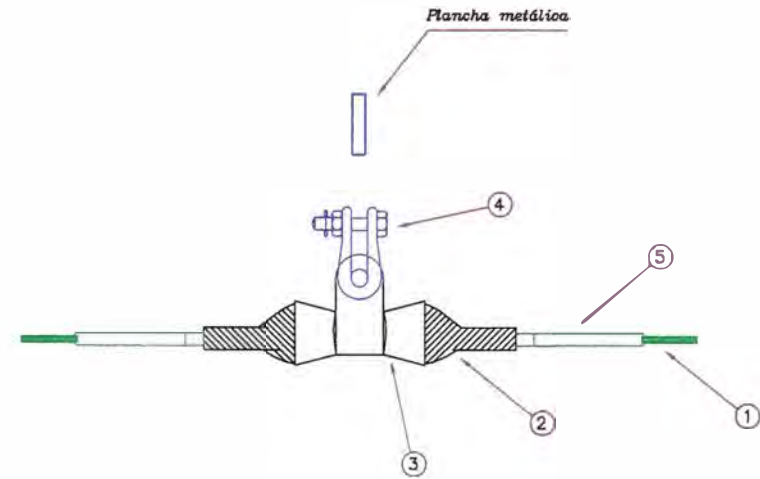
DETALLE DE LA PLANCHA METÁLICA
(Detalle 4A)



Plancha metálica
(Ver Detalle 4A)



SUSPENSIÓN



ENSAMBLAS DE SUJECIÓN CABLE DE GUARDA				
TIPO	POS	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	
S	1	Cable ADSS	1	
	2	Varilla Exterior	1	
	3	Grapa de suspensión	1	
	4	Grillete	1	
	5	Varilla de Blindaje	1	

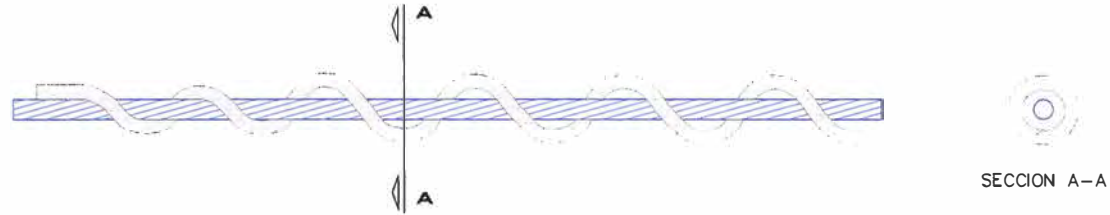
NOTA: La plancha metálica para la suspensión deberá ser vertical para poder colocar el grillete.

ACCESORIOS DEL CABLE DE COMUNICACIONES PARA LAS ESTRUCTURAS TIPO S5, S15, S5A Y S15A

ACCESORIOS PARA CABLES DE COMUNICACIÓN TIPO ADSS	LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 kV, SET TRUJILLO NORTE - SET TRUJILLO NOROESTE	
UNI	DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD	LÍNEA: DET-04
	PROVINCIA: TRUJILLO	

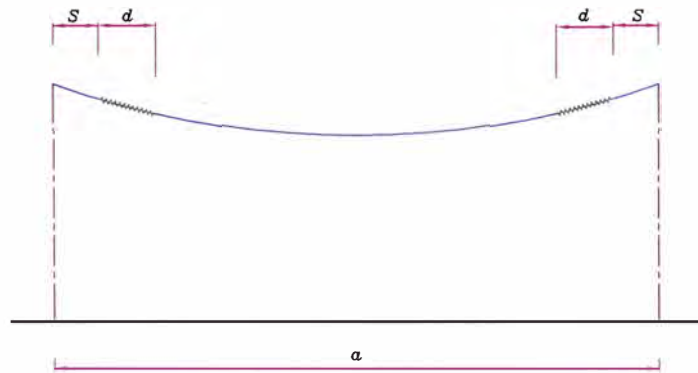
AMORTIGUADOR HELICOIDAL TIPO CLORURO DE POLIVINILO (PVC)

PARA CONDUCTOR TIPO AAAC DE 240 mm²



CUADRO N°1

	E.D.S.INICIAL %	S (m.)	d (m.)
CONDUCTOR ACTIVO	15%	1.00 - 1.15	1.68

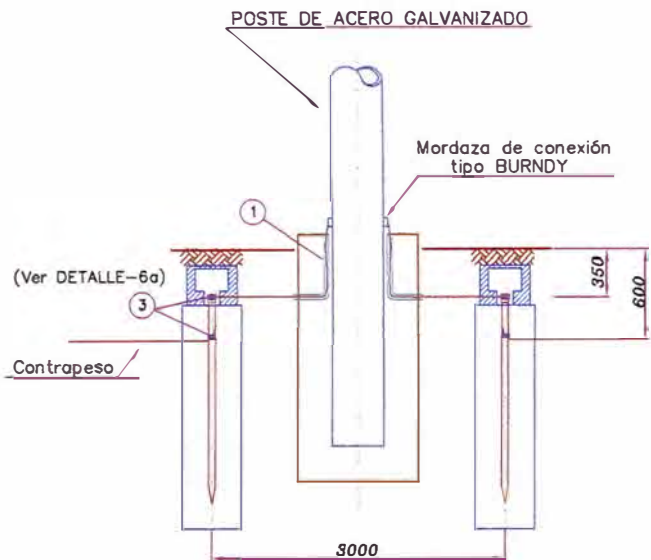


CUADRO N°2

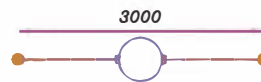
VANO "a" (m.)	N° DE AMORTIG. / VANO
120 < a ≤ 360	2

DISPOSICIÓN DE AMORTIGADORES

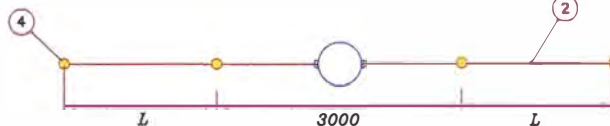
DISPOSICIÓN Y UBICACIÓN DE AMORTIGADORES	LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 kV. SET TRUJILLO NORTE - SET TRUJILLO NOROCCIDENTE	
UNI	DEPARTAMENTO	LA LIBERTAD
	PROVINCIA	TRUJILLO
FIEE	LÁMINA: DET-05	



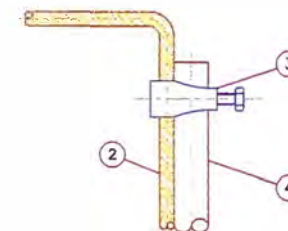
PUESTA A TIERRA EN POSTE METÁLICO



TIPO A1 : DOS ELECTRODOS



TIPO A2,A3 : CUATRO ELECTRODOS + CONTRAPESO HORIZONTAL



DETALLE DE CONEXIÓN ELECTRODO-CONDUCTOR
DETALLE-6a

RELACIÓN DE MATERIALES

N°.	DESCRIPCIÓN	CANT.	TIPO DE PAT		
			A1	A2	A3
1	TUBERÍA PVC-SAP DE $\phi 3/4'' \times 2m$	μ	2	2	2
2	CONDUCTOR COPPERWELD N° 2 AWG	m.	5	15	65
3	CONECTOR CONDUCTOR - ELECTRODO	μ	2	6	6
4	ELECTRODO DE COPPERWELD $\phi 5/8'' \times 2,40$ DE LONG.	μ	2	4	4

CONFIGURACIÓN DE LAS PUESTAS A TIERRA

TIPO DE PUESTA A TIERRA	RESISTIVIDAD DEL TERRENO ($\Omega-m$)	ELECTRODOS (N)	LONGITUD L (m.)	RESISTENCIA Rmax. (Ω)
A1	0-248	2	-	20
A2	249-928	4	5	20
A3	929-2772(*)	4	30	20

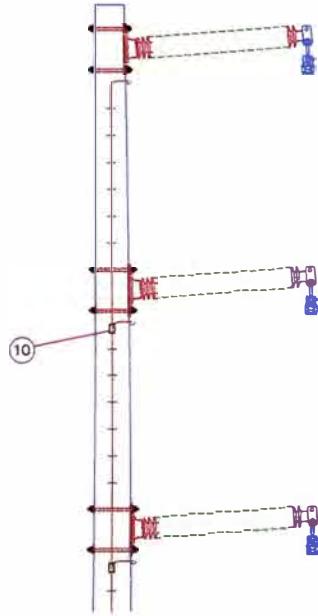
Rmax : RESISTENCIA MÁXIMA DE PUESTA A TIERRA

L : LONGITUD EN METROS

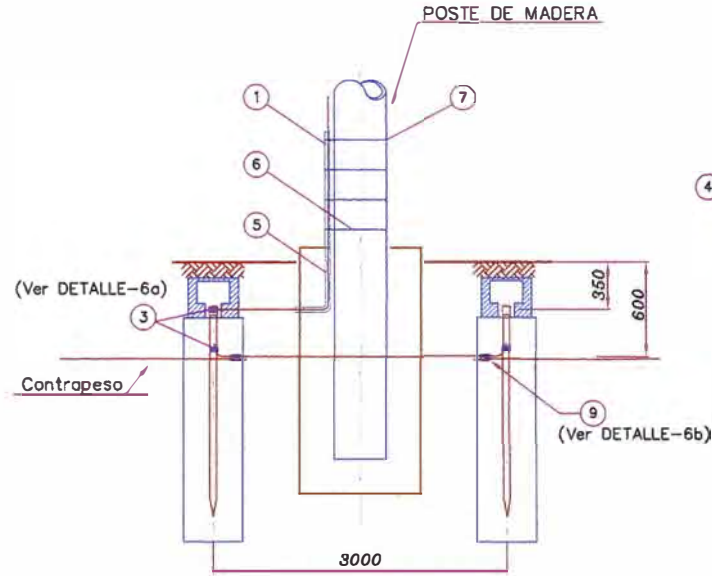
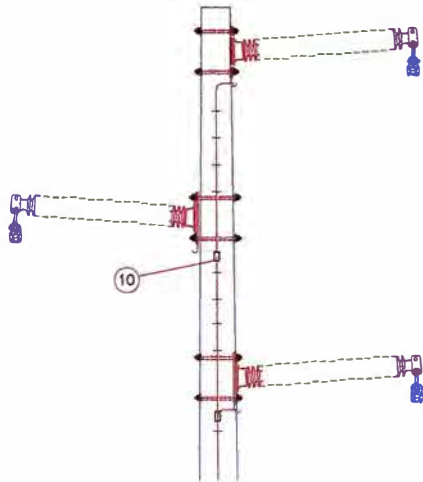
(*) PARA RESISTIVIDADES MAYORES ADOPTAR CONDUCTOR (CONTRAPESO) CONTINUO.

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN POSTES METÁLICOS	LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 kv, SET TRUJILLO NORTE - SET TRUJILLO NOROESTE	
UNI	SEPARACIÓN: LA LIBERTAD	UNIDAD:
FIEE	TECNICA: TRUJILLO	DET-06

DETALLE DE INSTALACIÓN EN ARMADO TIPO S5



DETALLE DE INSTALACIÓN EN ARMADO TIPO S5A



PUESTA A TIERRA EN POSTE DE MADERA

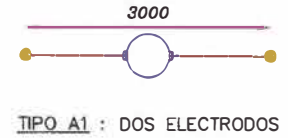
RELACION DE MATERIALES

N°.	DESCRIPCIÓN	CANT.	TIPO DE PAT		
			A1	A2	A3
1	TUBERÍA DE ACERO $\phi 3/4"$ x 3,2 m.	μ	1	1	1
2	CONDUCTOR COPPERWELD N° 2 AWG	m.	25	35	85
3	CONECTOR CONDUCTOR - ELECTRODO	μ	3	3	3
4	ELECTRODO DE COPPERWELD $\phi 5/8"$ x 2,40 DE LONG.	μ	2	4	4
5	TUBERIA PVC-SAP DE $\phi 3/4"$ x 2 m	μ	1	1	1
6	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE de $\phi 3/4"$	m	10	10	10
7	HEBILLA DE ACERO INOXIDABLE PARA FLEJE 3/4"	μ	4	4	4
8	GRAPA EN U DE ACERO	μ	20	20	20
9	CONECTOR DE BRONCE DE VIAS PARALELAS	μ	0	2	2
10	CONECTOR DE COBRE TIPO PERNO PARTIDO	μ	2	2	2

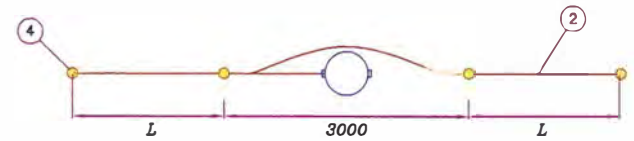
R_{max} : RESISTENCIA MÁXIMA DE PUESTA A TIERRA

L : LONGITUD EN METROS

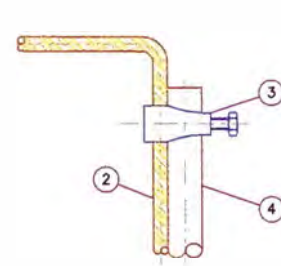
(*) PARA RESISTIVIDADES MAYORES ADOPTAR CONDUCTOR (CONTRAPESO) CONTINUO.



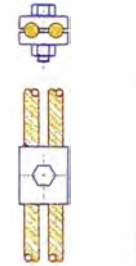
TIPO A1 : DOS ELECTRODOS



TIPO A2.A3 : CUATRO ELECTRODOS + CONTRAPESO HORIZONTAL



DETALLE DE CONEXIÓN ELECTRODO-CONDUCTOR
DETALLE-6a

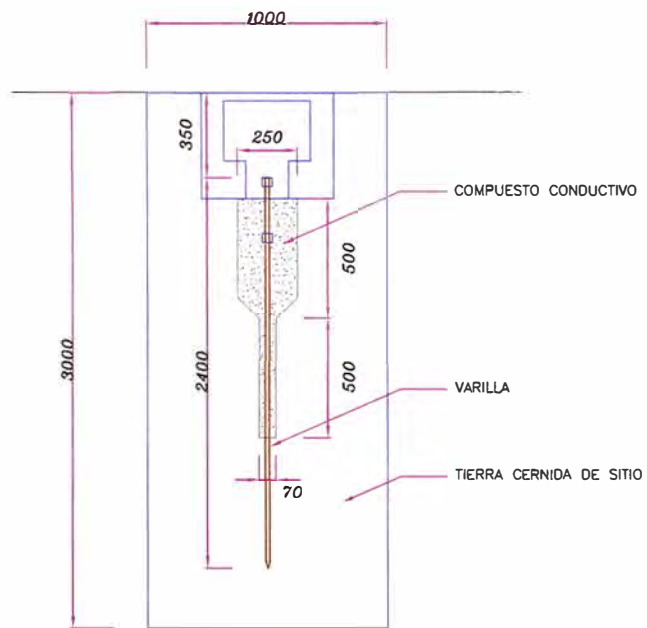


CONECTOR DE BRONCE DE VIAS PARALELAS
DETALLE-6b

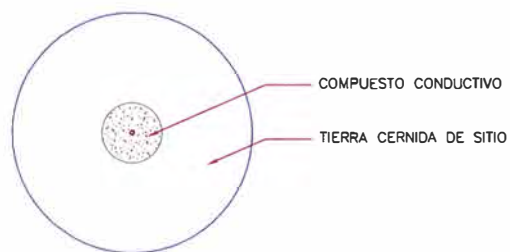
CONFIGURACIÓN DE LAS PUESTAS A TIERRA

TIPO DE PUESTA A TIERRA	RESISTIVIDAD DEL TERRENO (Ω -m)	ELECTRODOS (N)	LONGITUD L (m.)	RESISTENCIA R _{max} (Ω)
A1	0-248	2	-	20
A2	249-928	4	5	20
A3	929-2772(*)	4	30	20

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN POSTES DE MADERA	LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 kV. SET TRUJILLO NOROCCIDENTE - SET TRUJILLO NOROCCIDENTE
UNIVERSIDAD DE TRUJILLO	LABORATORIO DE TRUJILLO
FIEE	DET-06



POZO DE TIERRA TÍPICO
CON COMPUESTO CONDUCTIVO FAVIGEL

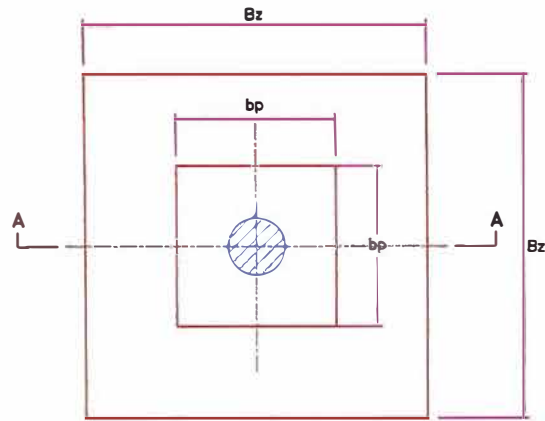


VISTA DE PLANTA

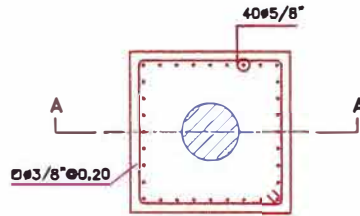
NOTAS:

1.- EL SUELO ARTIFICIAL COMPUESTO A UTILIZAR ES DEL TIPO FAVIGEL (RESISTIVIDAD <math><0.5 \Omega\text{-m}</math>) O SIMILAR.

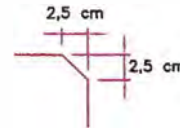
DETALLE DE PUESTA A TIERRA EN POZO VERTICAL CON EL COMPUESTO FAVIGEL	LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 kV, SET TRUJILLO NORTE - SET TRUJILLO NOROESTE
UNI	DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD
FIEE	PROVINCIA: TRUJILLO
	ANEXO: DET-07



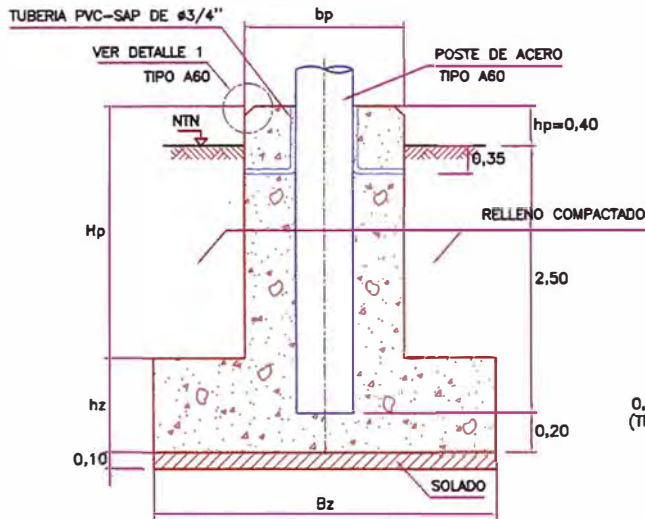
PLANTA



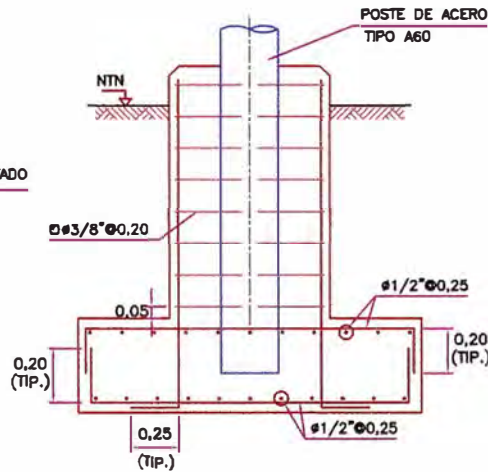
PLANTA



DETALLE 1



SECCIÓN A-A
FORMAS



SECCIÓN A-A
REFUERZOS

FUNDACIÓN PARA POSTE TIPO A60

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

TIPO SUELO	DESCRIPCIÓN	PESO UNITARIO (kg/m ³)	Φ (°)	β (°)	CAPAC. ADMISIBLE (kg/cm ²)
I	SUELOS ARENOSOS, LIMOSOS MAL GRADUADOS	1700	20	22	1,50@2,50
II	SUELOS COLUVIALES, MEZCLAS DE GRAVAS, ARENAS Y ARCILLAS	1800	25	30	>2,50

DIMENSIONES FUNDACIÓN POSTE A60

TIPO DE SUELO	bp	Hp	hp	Bz	hz	hs
SUELO I	2,00	2,70	0,40	3,50	0,50	0,10
SUELO II	2,00	2,70	0,40	3,00	0,50	0,10

METRADOS

TIPO DE SUELO	EXCAVACIÓN (m ³)	RELLENO (m ³)	ELIMINACIÓN (m ³)	CONCRETO (m ³)	SOLADO (m ²)	ENCOFRADO (m ²)	ACERO Kg
SUELO I	34,30	18,15	19,40	16,53	12,25	20,80	497
SUELO II	25,20	11,00	17,80	14,90	9,00	20,80	441

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO:

CONCRETO ARMADO
f'c=210 kg/cm²

SOLADO DE CONCRETO SIMPLE C:H 1:12
f'c=100 kg/cm²

NOTAS:

1. EL TIPO DE CEMENTO A UTILIZAR SERA DEL TIPO II

ACERO DE REFUERZO:

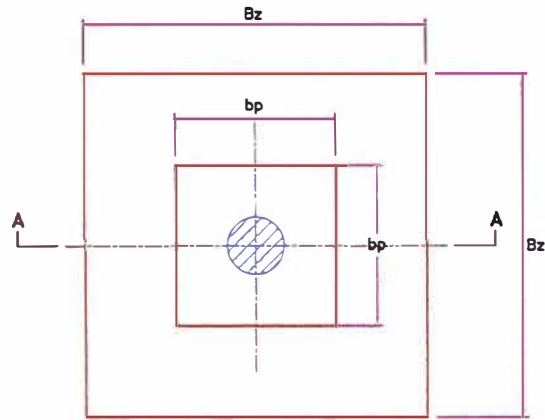
fy=4200 kg/cm²

CAPACIDAD ADMISIBLE TERRENO:
VER CUADRO RESPECTIVO

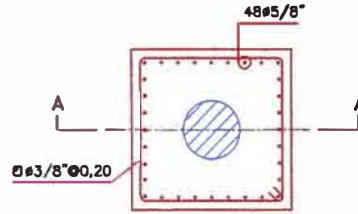
NOTA:

ESTE TIPO DE FUNDACIÓN ES PARA UN POSTE INDIVIDUAL

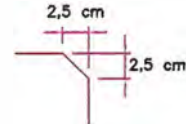
FUNDACIÓN DE CONCRETO POSTE DE ACERO TIPO A60	LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 KV, SET TRUJILLO NORTE - SET TRUJILLO NOROESTE
UNIVERSIDAD UNI	DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
PROYECTO FIEE	PROVINCIA TRUJILLO
	LIBRO DET-08



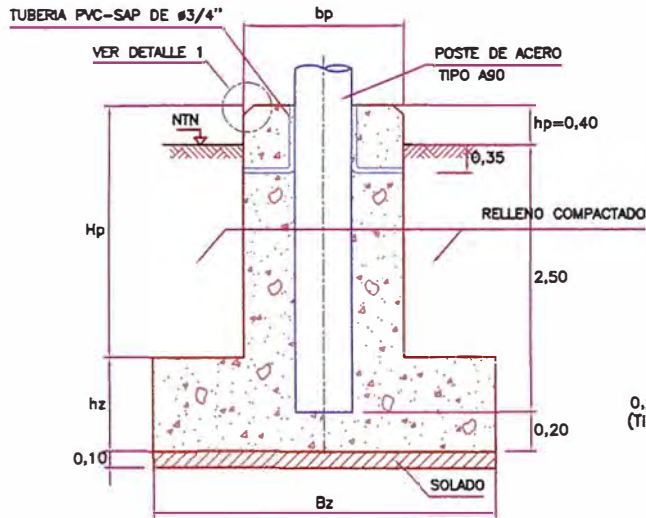
PLANTA



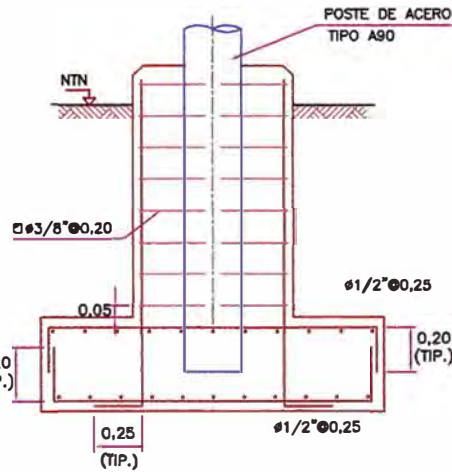
PLANTA



DETALLE 1



SECCIÓN A-A
FORMAS



SECCIÓN A-A
REFUERZOS

FUNDACIÓN PARA POSTE TIPO A90

CLASIFICACIÓN DE SUELOS					
TIPO SUELO	DESCRIPCIÓN	PESO UNITARIO (kg/m ³)	ϕ (°)	β (°)	CAPAC. ADMISIBLE (kg/cm ²)
I	SUELOS ARENOSOS LIMOSOS MAL GRADUADOS	1700	20	2E	1,50@2,50
II	SUELOS COLUMVALES MEZCLAS DE GRAVAS ARENAS Y ARCILLAS	1800	25	30	>2,50

DIMENSIONES FUNDACIÓN POSTE A90						
TIPO DE SUELO	bp	Hp	hp	Bz	hz	hs
SUELO I	2,00	2,70	0,40	4,00	0,50	0,10
SUELO II	2,00	2,70	0,40		0,50	0,10

METRADOS							
TIPO DE SUELO	EXCAVACIÓN (m ³)	RELLENO (m ³)	ELIMINACIÓN (m ³)	CONCRETO (m ³)	SOLADO (m ²)	ENCOFRADO (m ²)	ACERO Kg
SUELO I	44,80	25,40	23,00	18,40	18,00	20,80	801
SUELO II	34,30	18,15	21,20	16,53	12,25	20,80	537

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO:

CONCRETO ARMADO
 $f'_c=210$ kg/cm²
 SOLADO DE CONCRETO SIMPLE C:H 1:1:2
 $f'_c=100$ kg/cm²

NOTAS:

1. EL TIPO DE CEMENTO A UTILIZAR SERA DEL TIPO II

ACERO DE REFUERZO:

$f_y=4200$ kg/cm²

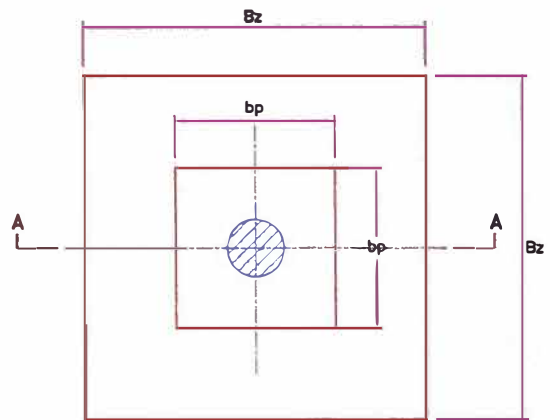
CAPACIDAD ADMISIBLE TERRENO:

VER CUADRO RESPECTIVO

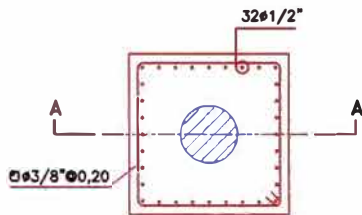
NOTA:

ESTE TIPO DE FUNDACIÓN ES PARA UN POSTE INDIVIDUAL

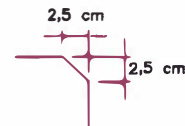
FUNDACIÓN DE CONCRETO POSTE DE ACERO TIPO A90	LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 KV. SET TRUJILLO NORTE - SET TRUJILLO NOROESTE
UNI	DEPARTAMENTO: LÁMINA:
FIEE	PROYECTO: TRUJILLO
	DET-08



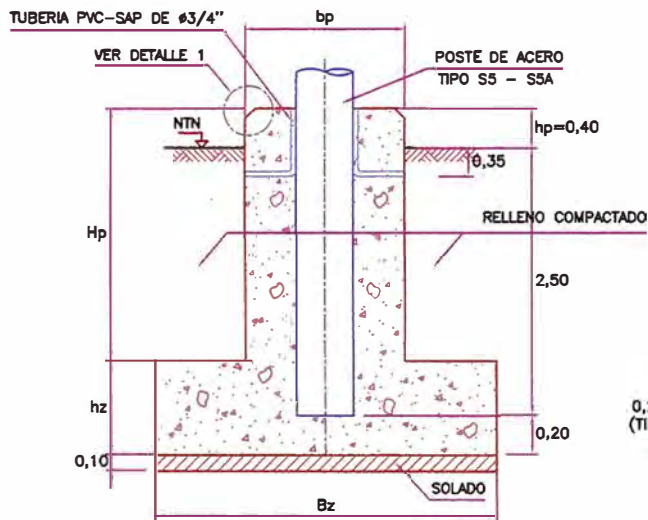
PLANTA



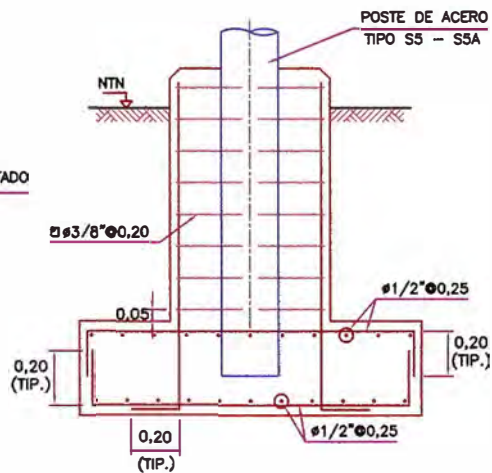
PLANTA



DETALLE 1



SECCIÓN A-A
FORMAS



SECCIÓN A-A
REFUERZOS

FUNDACIÓN PARA POSTE TIPO S5 Y S5A

CLASIFICACIÓN DE SUELOS						
TIPO SUELO	DESCRIPCIÓN	PESO UNITARIO (kg/m ³)	Φ (°)	β (°)	CAPAC. ADMISIBLE (kg/cm ²)	
I	SUELOS ARENOSOS LIMOSOS MAL GRADUADOS	1700	20	22	1,50@2,50	
II	SUELOS COLUVIALES MEZCLAS DE GRAVAS ARENAS Y ARCILLAS	1600	25	30	>2,50	

DIMENSIONES FUNDACIÓN POSTE S5						
TIPO DE SUELO	bp	Hp	hp	Bz	hz	hs
SUELO I	1,40	2,70	0,40	2,20	0,40	0,10
SUELO II	1,40	2,70	0,40	2,00	0,40	0,10

METRADOS							
TIPO DE SUELO	EXCAVACIÓN (m ³)	RELLENO (m ³)	ELIMINACIÓN (m ³)	CONCRETO (m ³)	SOLADO (m ²)	ENCOFRADO (m ²)	ACERO Kg
SUELO I	13,55	6,62	6,67	7,23	4,84	15,12	238
SUELO II	11,20	4,69	8,14	6,89	4,00	15,12	231

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO:
 CONCRETO ARMADO
 f'c=210 kg/cm²
 SOLADO DE CONCRETO SIMPLE C:H 1:1:2
 f'c=100 kg/cm²

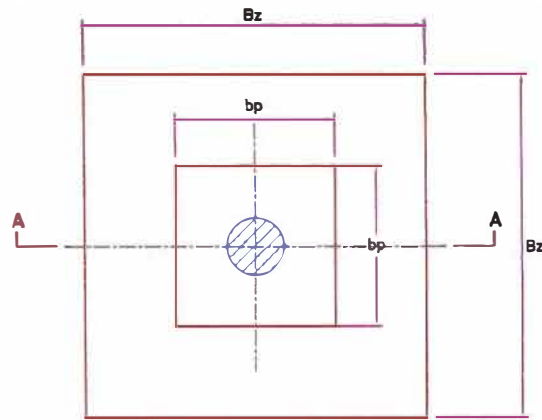
NOTAS:
 1. EL TIPO DE CEMENTO A UTILIZAR SERÁ DEL TIPO II

ACERO DE REFUERZO:
 fy=4200 kg/cm²

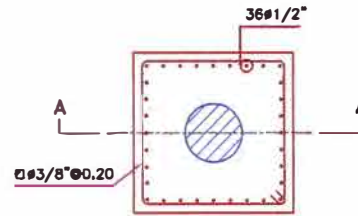
CAPACIDAD ADMISIBLE TERRENO:
 VER CUADRO RESPECTIVO

NOTA:
 ESTE TIPO DE FUNDACIÓN ES PARA UN POSTE INDIVIDUAL

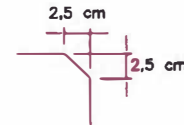
FUNDACIÓN DE CONCRETO POSTE DE ACERO TIPO S5 Y S5A	LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 KV, SET TRUJILLO NORTE - SET TRUJILLO NOROESTE
UNI	PROYECTO: LA LIBRERÍA
FIEE	PROVINCIA: TRUJILLO
	MANEJO: DET-08



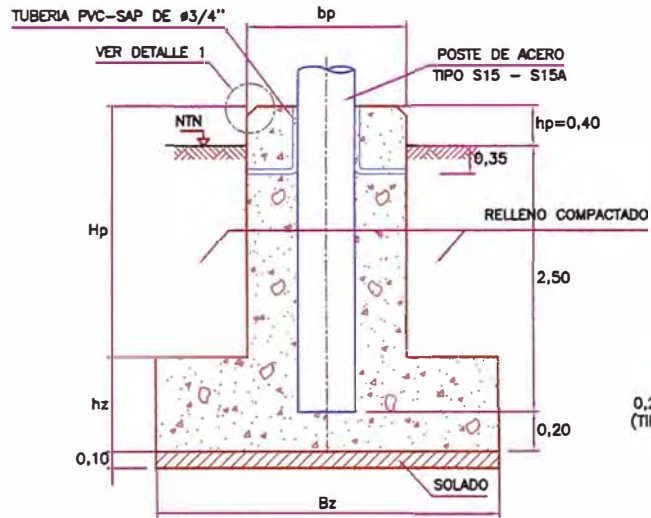
PLANTA



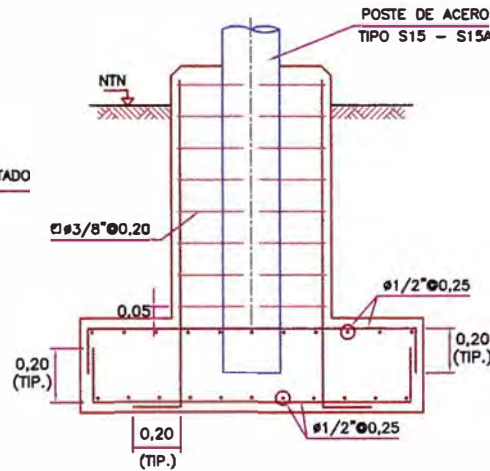
PLANTA



DETALLE 1



SECCIÓN A-A
FORMAS



SECCIÓN A-A
REFUERZOS

FUNDACIÓN PARA POSTE TIPO S15 Y S15A

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

TIPO SUELO	DESCRIPCIÓN	PESO UNITARIO (kg/m ³)	Φ (°)	β (°)	CAPAC. ADMISIBLE (kg/cm ²)
I	SUELOS ARENOSOS LIMOSOS MAL GRADUADOS	1700	20	22	1,50@2,50
II	SUELOS COLIUMALES MEZCLAS DE GRAVAS ARENAS Y ARCILLAS	1800	25	30	>2,50

DIMENSIONES FUNDACIÓN POSTE S15

TIPO DE SUELO	bp	Hp	hp	Bz	hz	ha
SUELO I	1,50	2,70	0,40	2,50	0,40	0,10
SUELO II	1,50	2,70	0,40	2,20	0,40	0,10

METRADOS

TIPO DE SUELO	EXCAVACIÓN (m ³)	RELLENO (m ³)	ELIMINACIÓN (m ³)	CONCRETO (m ³)	SOLADO (m ²)	ENCOFRADO (m ²)	ACERO Kg
SUELO I	17,50	9,20	10,40	8,58	6,25	16,20	287
SUELO II	13,55	5,98	9,50	8,01	4,84	16,20	254

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO:

CONCRETO ARMADO
f'c=210 kg/cm²

SOLADO DE CONCRETO SIMPLE C:H 1:12
f'c=100 kg/cm²

NOTAS:

1. EL TIPO DE CEMENTO A UTILIZAR SERA DEL TIPO II

ACERO DE REFUERZO:

fy=4200 kg/cm²

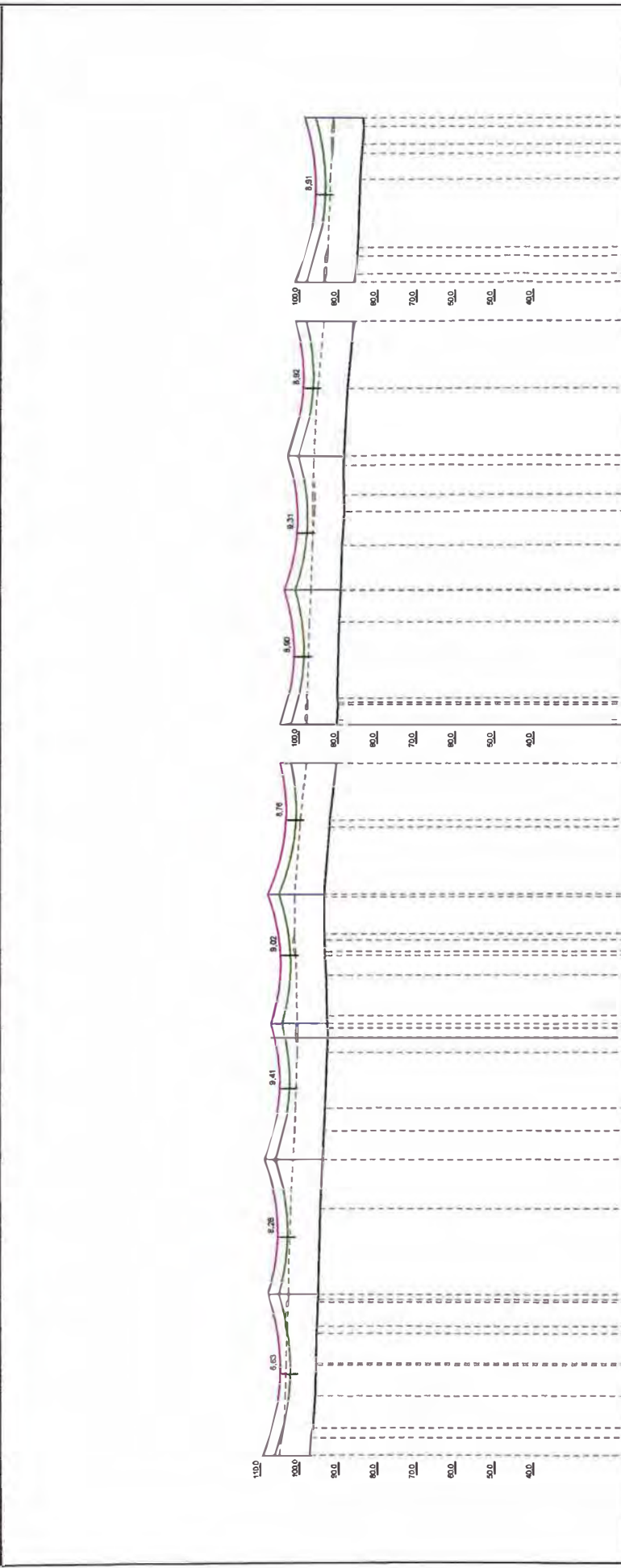
CAPACIDAD ADMISIBLE TERRENO:
VER CUADRO RESPECTIVO

NOTA:

ESTE TIPO DE FUNDACIÓN ES PARA UN POSTE INDIVIDUAL

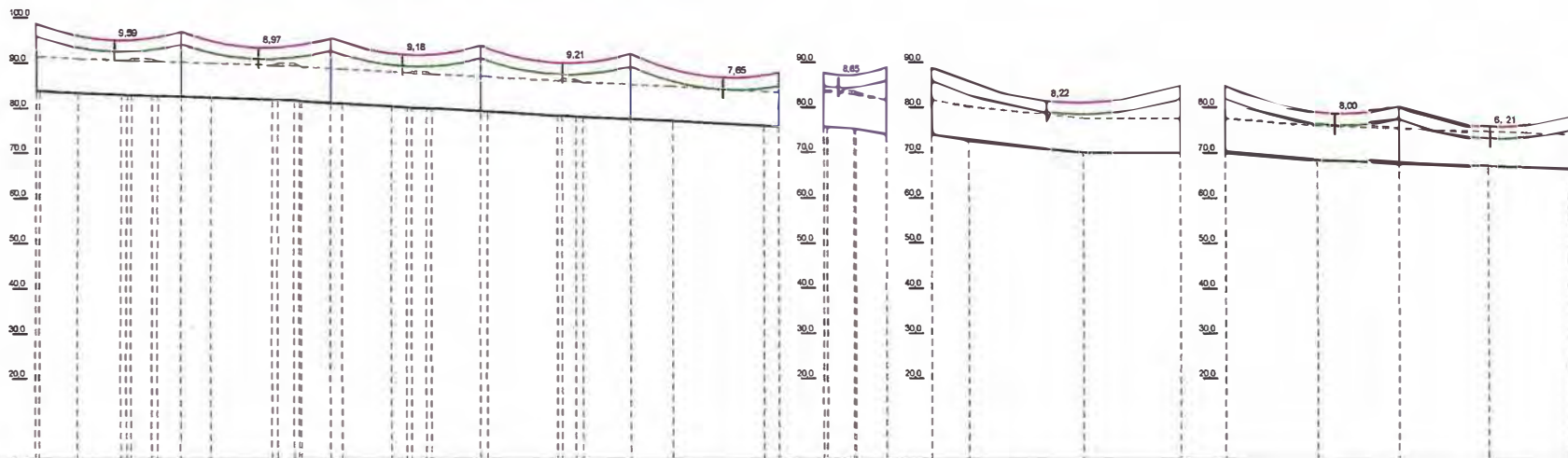
FUNDACIÓN DE CONCRETO POSTE DE ACERO TIPO S15 Y S15A	LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 kV, SET TRUJILLO NORTE - SET TRUJILLO NOROESTE
UNI	PROVINCIA: LA LIBERTAD
FIEE	PROVINCIA: TRUJILLO
	DET-08

NO. DE ESTACIONES	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205	210	215	220	225	230	235	240	245	250	255	260	265	270	275	280	285	290	295	300	305	310	315	320	325	330	335	340	345	350	355	360	365	370	375	380	385	390	395	400	405	410	415	420	425	430	435	440	445	450	455	460	465	470	475	480	485	490	495	500	505	510	515	520	525	530	535	540	545	550	555	560	565	570	575	580	585	590	595	600	605	610	615	620	625	630	635	640	645	650	655	660	665	670	675	680	685	690	695	700	705	710	715	720	725	730	735	740	745	750	755	760	765	770	775	780	785	790	795	800	805	810	815	820	825	830	835	840	845	850	855	860	865	870	875	880	885	890	895	900	905	910	915	920	925	930	935	940	945	950	955	960	965	970	975	980	985	990	995	1000
ESTACION	100.0	105.0	110.0	115.0	120.0	125.0	130.0	135.0	140.0	145.0	150.0	155.0	160.0	165.0	170.0	175.0	180.0	185.0	190.0	195.0	200.0	205.0	210.0	215.0	220.0	225.0	230.0	235.0	240.0	245.0	250.0	255.0	260.0	265.0	270.0	275.0	280.0	285.0	290.0	295.0	300.0	305.0	310.0	315.0	320.0	325.0	330.0	335.0	340.0	345.0	350.0	355.0	360.0	365.0	370.0	375.0	380.0	385.0	390.0	395.0	400.0	405.0	410.0	415.0	420.0	425.0	430.0	435.0	440.0	445.0	450.0	455.0	460.0	465.0	470.0	475.0	480.0	485.0	490.0	495.0	500.0	505.0	510.0	515.0	520.0	525.0	530.0	535.0	540.0	545.0	550.0	555.0	560.0	565.0	570.0	575.0	580.0	585.0	590.0	595.0	600.0	605.0	610.0	615.0	620.0	625.0	630.0	635.0	640.0	645.0	650.0	655.0	660.0	665.0	670.0	675.0	680.0	685.0	690.0	695.0	700.0	705.0	710.0	715.0	720.0	725.0	730.0	735.0	740.0	745.0	750.0	755.0	760.0	765.0	770.0	775.0	780.0	785.0	790.0	795.0	800.0	805.0	810.0	815.0	820.0	825.0	830.0	835.0	840.0	845.0	850.0	855.0	860.0	865.0	870.0	875.0	880.0	885.0	890.0	895.0	900.0	905.0	910.0	915.0	920.0	925.0	930.0	935.0	940.0	945.0	950.0	955.0	960.0	965.0	970.0	975.0	980.0	985.0	990.0	995.0	1000.0																		
ALTIMETRIA	100.0	105.0	110.0	115.0	120.0	125.0	130.0	135.0	140.0	145.0	150.0	155.0	160.0	165.0	170.0	175.0	180.0	185.0	190.0	195.0	200.0	205.0	210.0	215.0	220.0	225.0	230.0	235.0	240.0	245.0	250.0	255.0	260.0	265.0	270.0	275.0	280.0	285.0	290.0	295.0	300.0	305.0	310.0	315.0	320.0	325.0	330.0	335.0	340.0	345.0	350.0	355.0	360.0	365.0	370.0	375.0	380.0	385.0	390.0	395.0	400.0	405.0	410.0	415.0	420.0	425.0	430.0	435.0	440.0	445.0	450.0	455.0	460.0	465.0	470.0	475.0	480.0	485.0	490.0	495.0	500.0	505.0	510.0	515.0	520.0	525.0	530.0	535.0	540.0	545.0	550.0	555.0	560.0	565.0	570.0	575.0	580.0	585.0	590.0	595.0	600.0	605.0	610.0	615.0	620.0	625.0	630.0	635.0	640.0	645.0	650.0	655.0	660.0	665.0	670.0	675.0	680.0	685.0	690.0	695.0	700.0	705.0	710.0	715.0	720.0	725.0	730.0	735.0	740.0	745.0	750.0	755.0	760.0	765.0	770.0	775.0	780.0	785.0	790.0	795.0	800.0	805.0	810.0	815.0	820.0	825.0	830.0	835.0	840.0	845.0	850.0	855.0	860.0	865.0	870.0	875.0	880.0	885.0	890.0	895.0	900.0	905.0	910.0	915.0	920.0	925.0	930.0	935.0	940.0	945.0	950.0	955.0	960.0	965.0	970.0	975.0	980.0	985.0	990.0	995.0	1000.0																		



ESTACION	DISTANCIA PERAL	DISTANCIA A CALMADA	COTA DE TERRENO	TIPO DE TERRENO	PROFUNDIDAD
100.00	100.00	100.00	97.40	2837.78	0.00
105.00	105.00	105.00	95.80	2288.81	0.00
110.00	110.00	110.00	95.75	2430.50	0.00
115.00	115.00	115.00	95.70	2413.38	0.00
120.00	120.00	120.00	95.44	2402.47	0.00
125.00	125.00	125.00	95.44	2402.47	0.00
130.00	130.00	130.00	95.44	2402.47	0.00
135.00	135.00	135.00	95.44	2402.47	0.00
140.00	140.00	140.00	95.44	2402.47	0.00
145.00	145.00	145.00	95.44	2402.47	0.00
150.00	150.00	150.00	95.44	2402.47	0.00
155.00	155.00	155.00	95.44	2402.47	0.00
160.00	160.00	160.00	95.44	2402.47	0.00
165.00	165.00	165.00	95.44	2402.47	0.00
170.00	170.00	170.00	95.44	2402.47	0.00
175.00	175.00	175.00	95.44	2402.47	0.00
180.00	180.00	180.00	95.44	2402.47	0.00
185.00	185.00	185.00	95.44	2402.47	0.00
190.00	190.00	190.00	95.44	2402.47	0.00
195.00	195.00	195.00	95.44	2402.47	0.00
200.00	200.00	200.00	95.44	2402.47	0.00
205.00	205.00	205.00	95.44	2402.47	0.00
210.00	210.00	210.00	95.44	2402.47	0.00
215.00	215.00	215.00	95.44	2402.47	0.00
220.00	220.00	220.00	95.44	2402.47	0.00
225.00	225.00	225.00	95.44	2402.47	0.00
230.00	230.00	230.00	95.44	2402.47	0.00
235.00	235.00	235.00	95.44	2402.47	0.00
240.00	240.00	240.00	95.44	2402.47	0.00
245.00	245.00	245.00	95.44	2402.47	0.00
250.00	250.00	250.00	95.44	2402.47	0.00
255.00	255.00	255.00	95.44	2402.47	0.00
260.00	260.00	260.00	95.44	2402.47	0.00
265.00	265.00	265.00	95.44	2402.47	0.00
270.00	270.00	270.00	95.44	2402.47	0.00
275.00	275.00	275.00	95.44	2402.47	0.00
280.00	280.00	280.00	95.44	2402.47	0.00
285.00	285.00	285.00	95.44	2402.47	0.00
290.00	290.00	290.00	95.44	2402.47	0.00
295.00	295.00	295.00	95.44	2402.47	0.00
300.00	300.00	300.00	95.44	2402.47	0.00
305.00	305.00	305.00	95.44	2402.47	0.00
310.00	310.00	310.00	95.44	2402.47	0.00
315.00	315.00	315.00	95.44	2402.47	0.00
320.00	320.00	320.00	95.44	2402.47	0.00
325.00	325.00	325.00	95.44	2402.47	0.00
330.00	330.00	330.00	95.44	2402.47	0.00
335.00	335.00	335.00	95.44	2402.47	0.00
340.00	340.00	340.00	95.44	2402.47	0.00
345.00	345.00	345.00	95.44	2402.47	0.00
350.00	350.00	350.00	95.44	2402.47	0.00
355.00	355.00	355.00	95.44	2402.47	0.00
360.00	360.00	360.00	95.44	2402.47	0.00
365.00	365.00	365.00	95.44	2402.47	0.00
370.00	370.00	370.00	95.44	2402.47	0.00
375.00	375.00	375.00	95.44	2402.47	0.00
380.00	380.00	380.00	95.44	2402.47	0.00
385.00	385.00	385.00	95.44	2402.47	0.00
390.00	390.00	390.00	95.44	2402.47	0.00
395.00	395.00	395.00	95.44	2402.47	0.00
400.00	400.00	400.00	95.44	2402.47	0.00
405.00	405.00	405.00	95.44	2402.47	0.00
410.00	410.00	410.00	95.44	2402.47	0.00
415.00	415.00	415.00	95.44	2402.47	0.00
420.00	420.00	420.00	95.44	2402.47	0.00
425.00	425.00	425.00	95.44	2402.47	0.00
430.00	430.00	430.00	95.44	2402.47	0.00
435.00	435.00	435.00	95.44	2402.47	0.00
440.00	440.00	440.00	95.44	2402.47	0.00
445.00	445.00	445.00	95.44	2402.47	0.00
450.00	450.00	450.00	95.44	2402.47	0.00
455.00	455.00	455.00	95.44	2402.47	0.00
460.00	460.00	460.00	95.44	2402.47	0.00
465.00	465.00	465.00	95.44	2402.47	0.00
470.00	470.00	470.00	95.44	2402.47	0.00
475.00	475.00	475.00	95.44	2402.47	0.00
480.00	480.00	480.00	95.44	2402.47	0.00
485.00	485.00	485.00	95.44	2402.47	0.00
490.00	490.00	490.00	95.44	2402.47	0.00
495.00	495.00	495.00	95.44	2402.47	0.00
500.00	500.00	500.00	95.44	2402.47	0.00
505.00	505.00	505.00	95.44	2402.47	0.00
510.00	510.00	510.00	95.44	2402.47	0.00
515.00	515.00	515.00	95.44	2402.47	0.00
520.00	520.00	520.00	95.44	2402.47	0.00
525.00	525.00	525.00	95.44	2402.47	0.00
530.00	530.00	530.00	95.44	2402.47	0.00
535.00	535.00	535.00	95.44	2402.47	0.00
540.00	540.00	540.00	95.44	2402.47	0.00
545.00	545.00	545.00	95.44	2402.47	0.00
550.00	550.00	5			

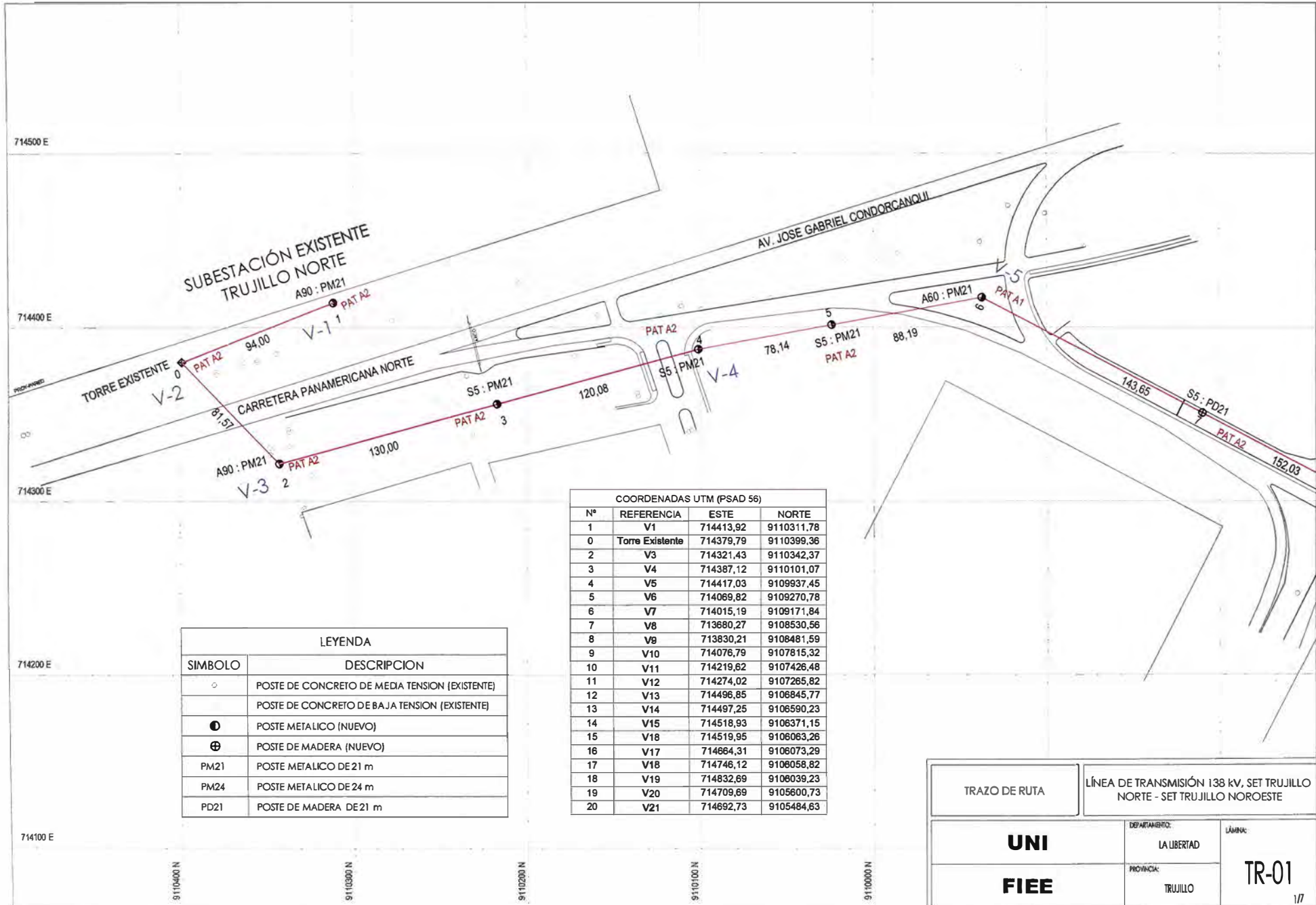
N° DE ESTRUCTURA	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
TPO INJUNDO	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
COEF. PONDENTE	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
VAN DER GRIP	147.74	128.35	128.35	128.35	128.35	128.35	128.35	128.35	128.35	128.35	128.35	128.35	128.35	128.35	128.35	128.35	128.35	128.35	128.35	128.35
VAN DER GRIP	132.87	132.87	132.87	132.87	132.87	132.87	132.87	132.87	132.87	132.87	132.87	132.87	132.87	132.87	132.87	132.87	132.87	132.87	132.87	132.87
PROCESO DE	3741.23	3741.23	3741.23	3741.23	3741.23	3741.23	3741.23	3741.23	3741.23	3741.23	3741.23	3741.23	3741.23	3741.23	3741.23	3741.23	3741.23	3741.23	3741.23	3741.23
ES. NCMAL (N°)	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%
N° AMPLIFICACIONES CP	PAT-20	PAT-20	PAT-20	PAT-20	PAT-20	PAT-20	PAT-20	PAT-20	PAT-20	PAT-20	PAT-20	PAT-20	PAT-20	PAT-20	PAT-20	PAT-20	PAT-20	PAT-20	PAT-20	PAT-20
TIPO DE TUBO	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240	AAAC-240
CONDUCTOR PRINCIPAL																				



ESTACIÓN	V-12								V-13	V-13	V-14	V-14		V-15	V-15						
DISTANCIA PARCIAL	128.95		133.00		133.00		133.00		130.74		55.54		220.14		153.95		153.95				
DISTANCIA ACUMULADA	3832.28	3899.40	3766.40	3717.91	3717.02	3647.55	3598.51	3598.51	4277.96	4299.01	4299.01	4299.01	4299.01	4299.01	4299.01	4299.01	4299.01	4299.01	4299.01	4299.01	
COTA DE TERRENO	83.75	83.21	82.44	82.74	82.97	82.40	82.19	81.72	78.92	78.71	78.54	78.70	78.98	78.68	72.51	69.92	68.96	68.96	68.33	67.73	66.42
TIPO DE TERRENO																					
PROPIETARIO																					



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA				LINEA DE TRANSMISION 138 kV PLANOS DE PERFIL SET TRUJILLO NORTE - SET TRUJILLO NOROESTE				FECHA: 2016	PLANO N°: 1/04
FIEE				FORMATO A-1				ESCALA H = 1/2000 V = 1/500	HOJA 4/5
DESIGNADO:	FECHA:	D. B. O.	D. B. O.	REVISOR:	APR. 080	PROYECTISTA:	ELABORADO:	VERIFICADO:	APROBADO:



SUBSTACIÓN EXISTENTE
TRUJILLO NORTE

AV. JOSE GABRIEL CONDORCANQUI

TORRE EXISTENTE
V-2

V-3

V-4

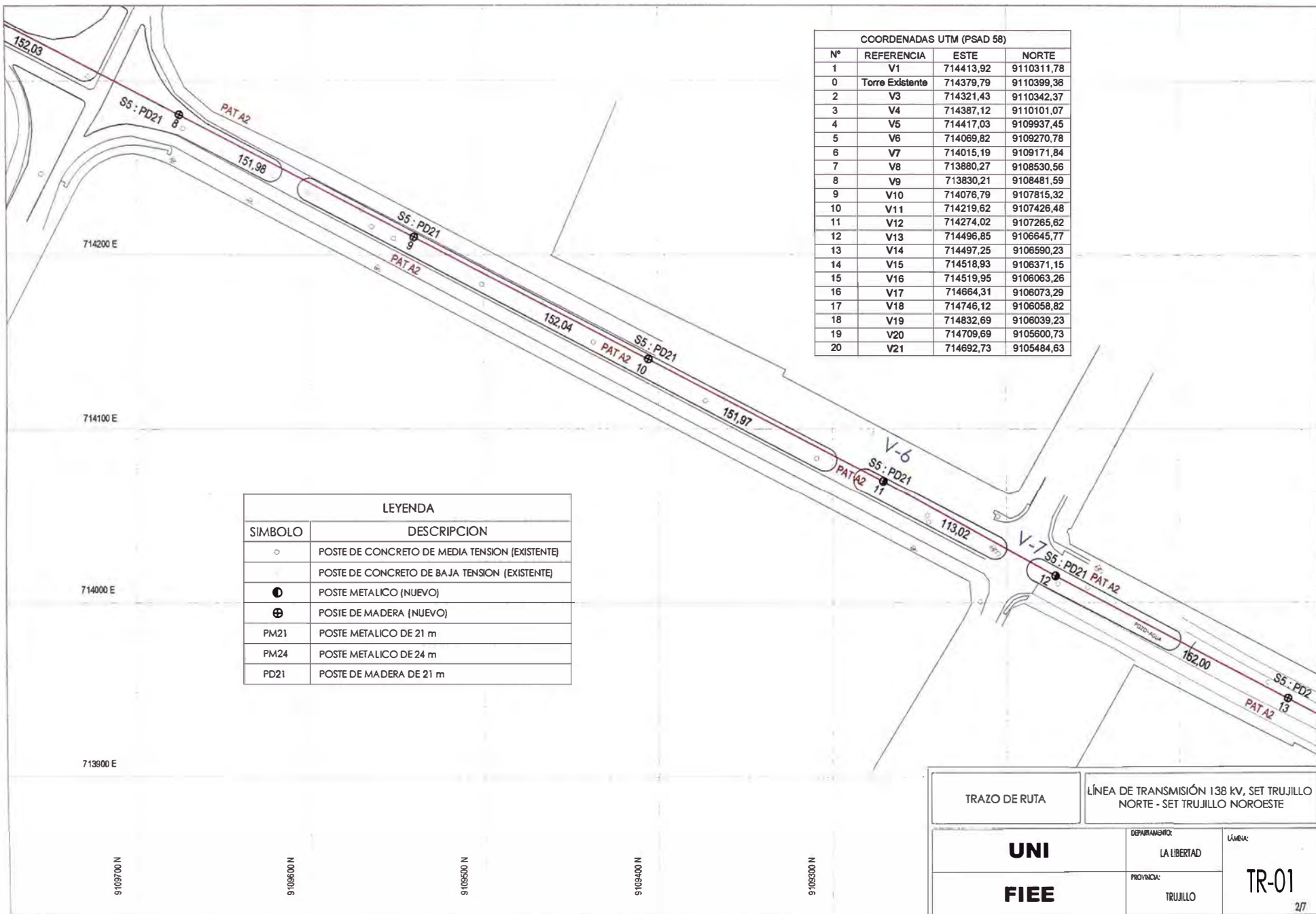
V-5

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
○	POSTE DE CONCRETO DE MEDA TENSION (EXISTENTE)
○	POSTE DE CONCRETO DE BAJA TENSION (EXISTENTE)
●	POSTE METALICO (NUEVO)
⊕	POSTE DE MADERA (NUEVO)
PM21	POSTE METALICO DE 21 m
PM24	POSTE METALICO DE 24 m
PD21	POSTE DE MADERA DE 21 m

COORDENADAS UTM (PSAD 56)			
Nº	REFERENCIA	ESTE	NORTE
1	V1	714413,92	9110311,78
0	Torre Existente	714379,79	9110399,36
2	V3	714321,43	9110342,37
3	V4	714387,12	9110101,07
4	V5	714417,03	9109937,45
5	V6	714069,82	9109270,78
6	V7	714015,19	9109171,84
7	V8	713680,27	9108530,56
8	V9	713830,21	9108481,59
9	V10	714076,79	9107815,32
10	V11	714219,62	9107426,48
11	V12	714274,02	9107265,82
12	V13	714496,85	9106845,77
13	V14	714497,25	9106590,23
14	V15	714518,93	9106371,15
15	V18	714519,95	9106083,28
16	V17	714664,31	9106073,29
17	V18	714746,12	9106058,82
18	V19	714832,69	9106039,23
19	V20	714709,69	9105600,73
20	V21	714692,73	9105484,63

TRAZO DE RUTA	LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 KV, SET TRUJILLO NORTE - SET TRUJILLO NOROESTE	
UNI FIEE	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD
	PROVINCIA:	TRUJILLO
		LÁMINA: TR-01
		1/7

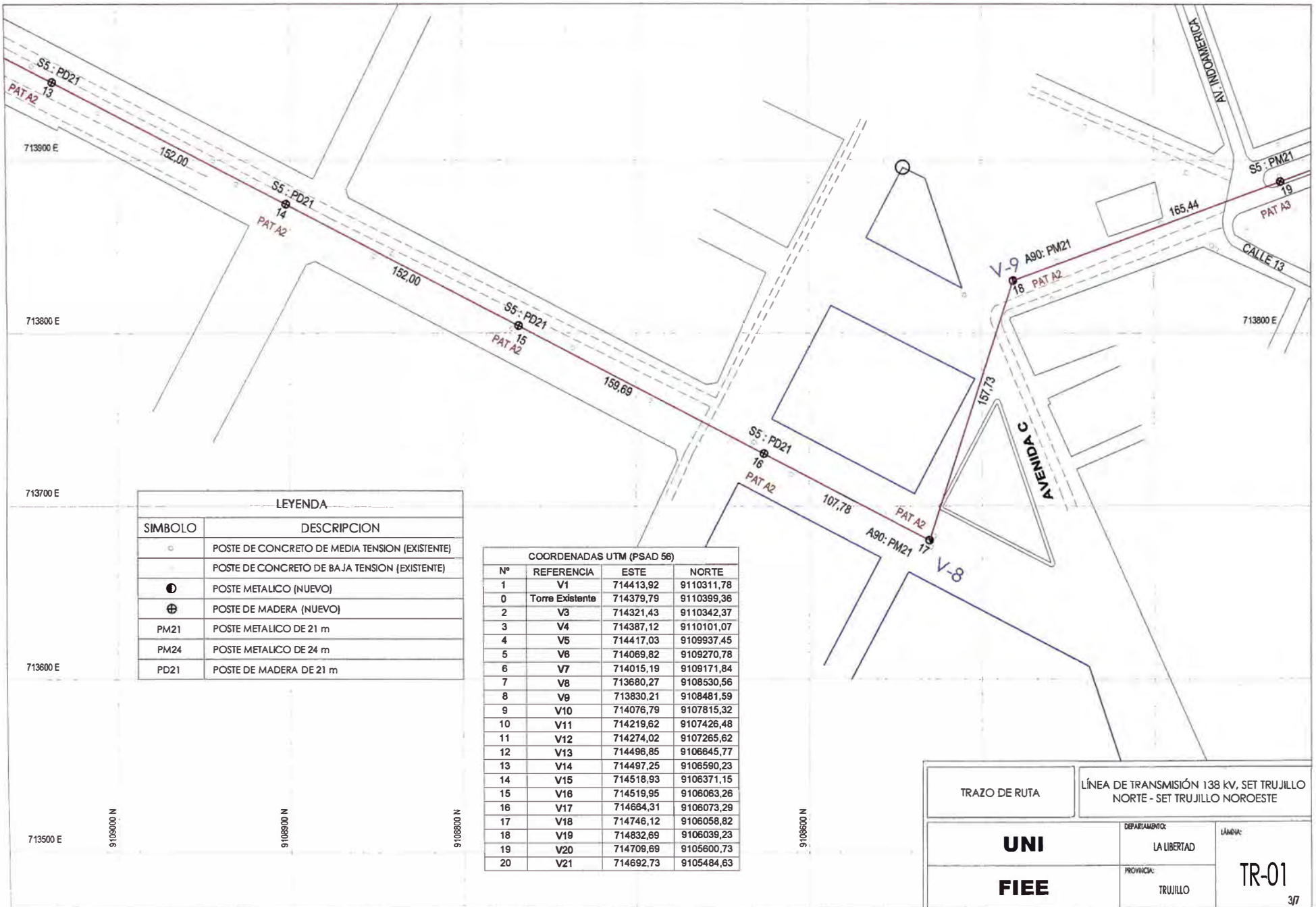
ANEXO J: VISTA DE PLANTA



COORDENADAS UTM (PSAD 58)			
N°	REFERENCIA	ESTE	NORTE
1	V1	714413,92	9110311,78
0	Torre Existente	714379,79	9110399,38
2	V3	714321,43	9110342,37
3	V4	714387,12	9110101,07
4	V5	714417,03	9109937,45
5	V6	714069,82	9109270,78
6	V7	714015,19	9109171,84
7	V8	713880,27	9108530,56
8	V9	713830,21	9108481,59
9	V10	714076,79	9107815,32
10	V11	714219,62	9107426,48
11	V12	714274,02	9107265,62
12	V13	714496,85	9106645,77
13	V14	714497,25	9106590,23
14	V15	714518,93	9106371,15
15	V16	714519,95	9106063,26
16	V17	714664,31	9106073,29
17	V18	714746,12	9106058,82
18	V19	714832,89	9106039,23
19	V20	714709,69	9105600,73
20	V21	714692,73	9105484,63

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
○	POSTE DE CONCRETO DE MEDIA TENSION (EXISTENTE)
○	POSTE DE CONCRETO DE BAJA TENSION (EXISTENTE)
●	POSTE METALICO (NUEVO)
⊕	POSTE DE MADERA (NUEVO)
PM21	POSTE METALICO DE 21 m
PM24	POSTE METALICO DE 24 m
PD21	POSTE DE MADERA DE 21 m

TRAZO DE RUTA	LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 KV, SET TRUJILLO NORTE - SET TRUJILLO NOROESTE	
UNI FIEE	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD
	PROVINCIA:	TRUJILLO
	LÍNEA:	TR-01

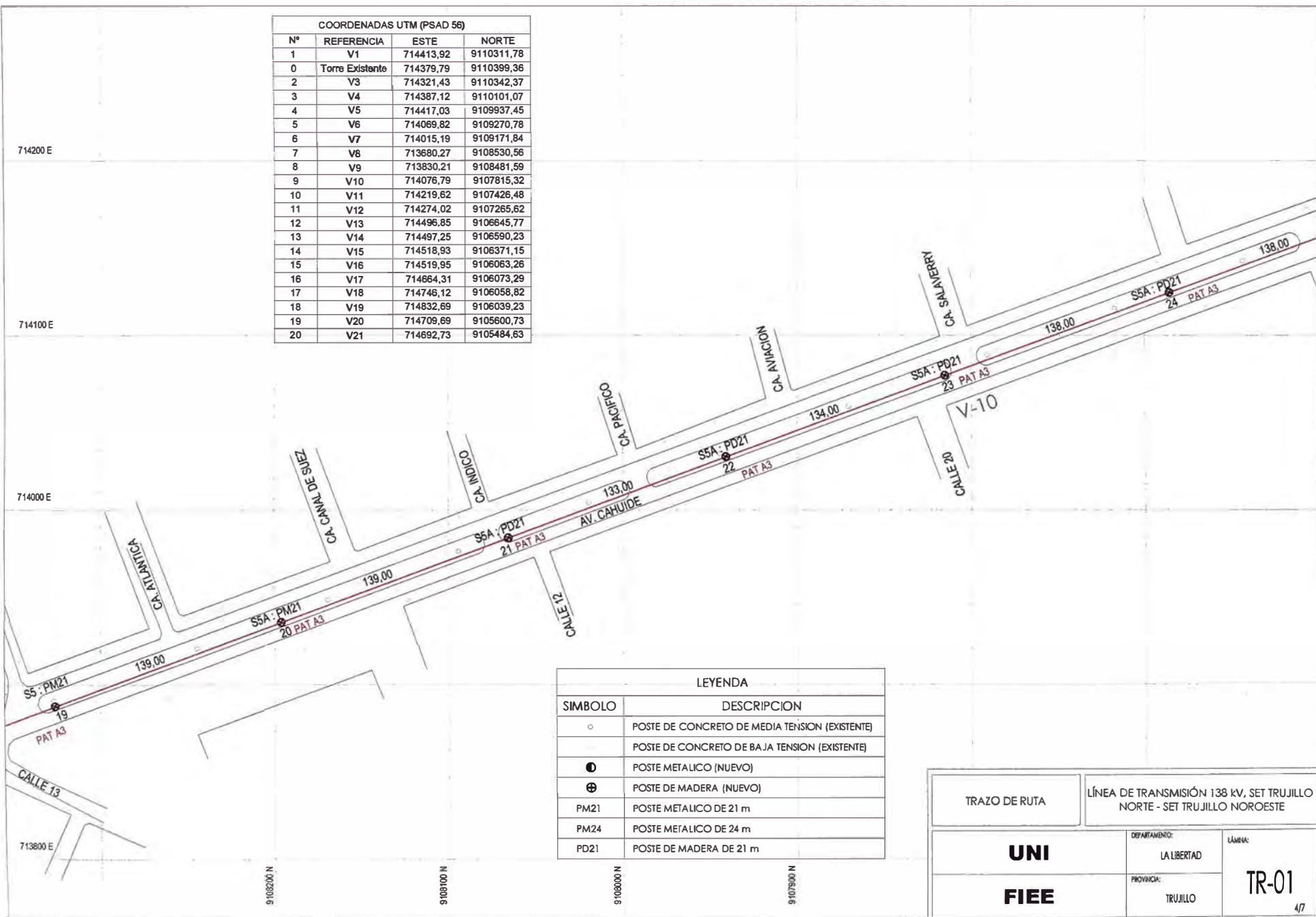


LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
○	POSTE DE CONCRETO DE MEDIA TENSION (EXISTENTE)
○	POSTE DE CONCRETO DE BAJA TENSION (EXISTENTE)
●	POSTE METALICO (NUEVO)
⊕	POSTE DE MADERA (NUEVO)
PM21	POSTE METALICO DE 21 m
PM24	POSTE METALICO DE 24 m
PD21	POSTE DE MADERA DE 21 m

COORDENADAS UTM (PSAD 56)			
N°	REFERENCIA	ESTE	NORTE
1	V1	714413,92	9110311,78
0	Torre Existente	714379,79	9110399,36
2	V3	714321,43	9110342,37
3	V4	714387,12	9110101,07
4	V5	714417,03	9109937,45
5	V6	714069,82	9109270,78
6	V7	714015,19	9109171,84
7	V8	713680,27	9108530,56
8	V9	713830,21	9108481,59
9	V10	714076,79	9107815,32
10	V11	714219,62	9107426,48
11	V12	714274,02	9107265,62
12	V13	714496,85	9106645,77
13	V14	714497,25	9106590,23
14	V15	714518,93	9106371,15
15	V16	714519,95	9106063,26
16	V17	714684,31	9106073,29
17	V18	714746,12	9106058,82
18	V19	714832,69	9106039,23
19	V20	714709,69	9105600,73
20	V21	714692,73	9105484,83

TRAZO DE RUTA	LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 KV, SET TRUJILLO NORTE - SET TRUJILLO NOROESTE	
UNI	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD
	PROVINCIA:	TRUJILLO
FIEE	LÁMINA: TR-01	

COORDENADAS UTM (PSAD 56)			
N°	REFERENCIA	ESTE	NORTE
1	V1	714413,92	9110311,78
0	Torre Existente	714379,79	9110399,36
2	V3	714321,43	9110342,37
3	V4	714387,12	9110101,07
4	V5	714417,03	9109937,45
5	V6	714069,82	9109270,78
6	V7	714015,19	9109171,84
7	V8	713680,27	9108530,56
8	V9	713830,21	9108481,59
9	V10	714076,79	9107815,32
10	V11	714219,62	9107426,48
11	V12	714274,02	9107265,62
12	V13	714496,85	9106645,77
13	V14	714497,25	9106590,23
14	V15	714518,93	9106371,15
15	V16	714519,95	9106063,26
16	V17	714664,31	9106073,29
17	V18	714746,12	9106058,82
18	V19	714832,69	9106039,23
19	V20	714709,69	9105600,73
20	V21	714692,73	9105484,63

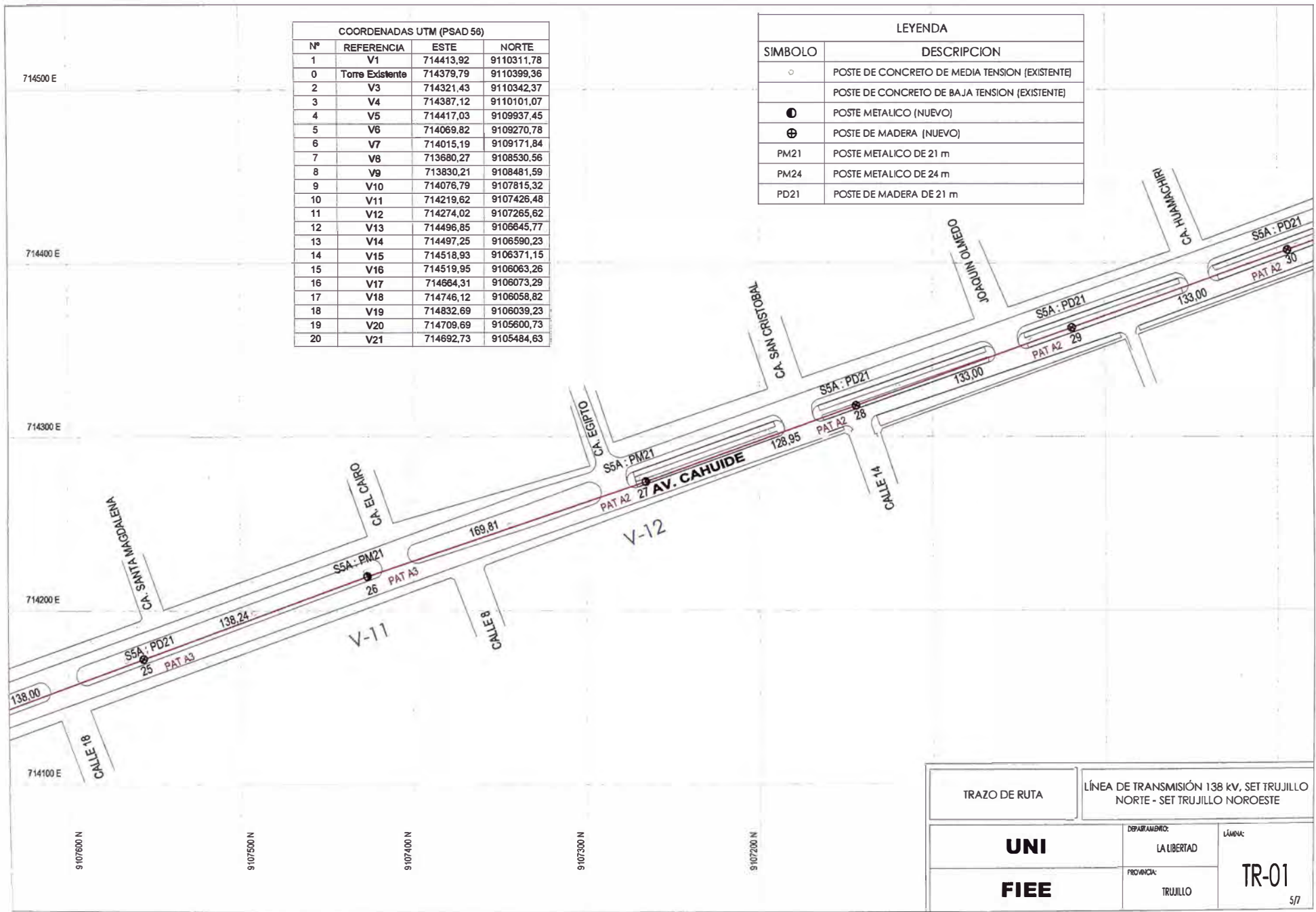


LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
○	POSTE DE CONCRETO DE MEDIA TENSION (EXISTENTE)
○	POSTE DE CONCRETO DE BAJA TENSION (EXISTENTE)
●	POSTE METALICO (NUEVO)
⊕	POSTE DE MADERA (NUEVO)
PM21	POSTE METALICO DE 21 m
PM24	POSTE METALICO DE 24 m
PD21	POSTE DE MADERA DE 21 m

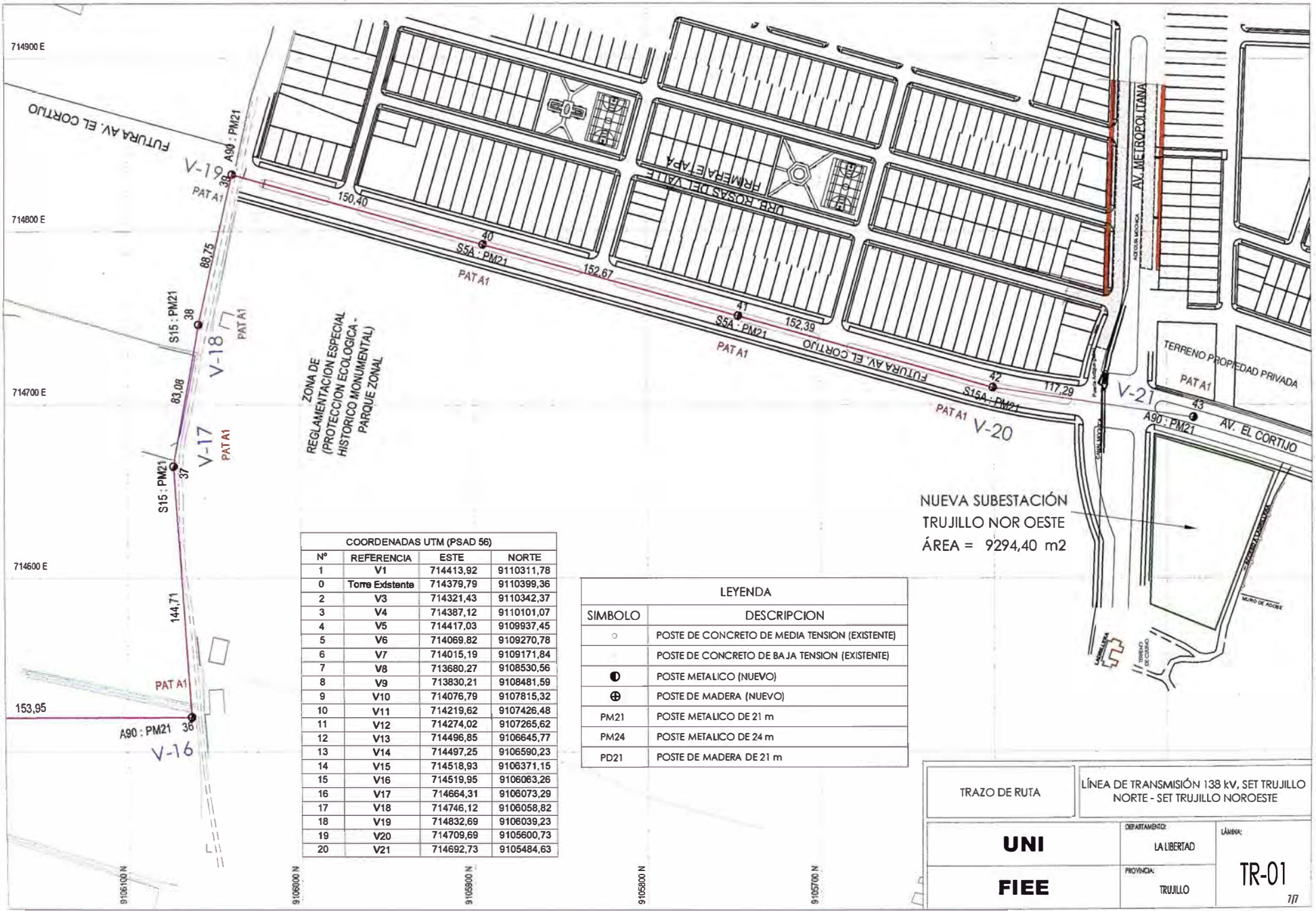
TRAZO DE RUTA		LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 KV, SET TRUJILLO NORTE - SET TRUJILLO NOROESTE	
UNI FIEE	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD	TR-01 47
	PROVINCIA:	TRUJILLO	

COORDENADAS UTM (PSAD 56)			
Nº	REFERENCIA	ESTE	NORTE
1	V1	714413,92	9110311,78
0	Torre Existente	714379,79	9110399,36
2	V3	714321,43	9110342,37
3	V4	714387,12	9110101,07
4	V5	714417,03	9109937,45
5	V6	714069,82	9109270,78
6	V7	714015,19	9109171,84
7	V8	713680,27	9108530,56
8	V9	713830,21	9108481,59
9	V10	714076,79	9107815,32
10	V11	714219,62	9107426,48
11	V12	714274,02	9107265,62
12	V13	714496,85	9106645,77
13	V14	714497,25	9106590,23
14	V15	714518,93	9106371,15
15	V16	714519,95	9106063,26
16	V17	714664,31	9106073,29
17	V18	714746,12	9106058,82
18	V19	714832,69	9106039,23
19	V20	714709,69	9105600,73
20	V21	714692,73	9105484,63

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
○	POSTE DE CONCRETO DE MEDIA TENSION (EXISTENTE)
○	POSTE DE CONCRETO DE BAJA TENSION (EXISTENTE)
●	POSTE METALICO (NUEVO)
⊕	POSTE DE MADERA (NUEVO)
PM21	POSTE METALICO DE 21 m
PM24	POSTE METALICO DE 24 m
PD21	POSTE DE MADERA DE 21 m



TRAZO DE RUTA	LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 KV, SET TRUJILLO NORTE - SET TRUJILLO NOROESTE	
UNI	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD
	PROVINCIA:	TRUJILLO
FIEE	LÍNEA:	TR-01



COORDENADAS UTM (PSAD 56)

Nº	REFERENCIA	ESTE	NORTE
1	V1	714413,92	9110311,78
0	Tome Existente	714379,79	9110399,36
2	V3	714321,43	9110342,37
3	V4	714387,12	9110101,07
4	V5	714417,03	9109937,45
5	V6	714069,82	9109270,78
6	V7	714015,19	9109171,84
7	V8	713680,27	9108530,56
8	V9	713830,21	9108481,59
9	V10	714076,79	9107815,32
10	V11	714219,62	9107426,48
11	V12	714274,02	9107265,62
12	V13	714496,85	9106645,77
13	V14	714497,25	9106590,23
14	V15	714518,93	9106371,15
15	V16	714519,95	9106063,26
16	V17	714664,31	9106073,29
17	V18	714746,12	9106058,82
18	V19	714832,69	9106039,23
19	V20	714709,69	9105600,73
20	V21	714692,73	9105484,63

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCION
○	POSTE DE CONCRETO DE MEDIA TENSION (EXISTENTE)
●	POSTE DE CONCRETO DE BAJA TENSION (EXISTENTE)
●	POSTE METALICO (NUEVO)
⊕	POSTE DE MADERA (NUEVO)
PM21	POSTE METALICO DE 21 m
PM24	POSTE METALICO DE 24 m
PD21	POSTE DE MADERA DE 21 m

NUEVA SUBESTACION
TRUJILLO NOR OESTE
ÁREA = 9294,40 m2

TRAZO DE RUTA	LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 KV, SET TRUJILLO NORTE - SET TRUJILLO NOROESTE	
UNI	DEPARTAMENTO:	LÁMINA:
	LA LIBERTAD	TR-01
FIEE	PROVINCIA:	
	TRUJILLO	

BIBLIOGRAFIA

1. IEEE 738, "Calculating the Current-Temperature Relationship of Bare Overhead Conductor", Institute of Electrical and Electronics Engineers - New York, 1993.
2. IEC 815, "Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions", International Electrotechnical Commission, 1986.
3. Código Nacional de Electricidad Suministro, R.M. N° 366-EM/VME-Perú, 2001.
4. National Electrical Safety Code, USA, 2007.
5. Revista Electra de CIGRE, "Permanent Elongation of Conductors - Predictor Equation and Evaluations Methods", 1981.
6. DIN VDE 0210/12.85, "Construcción de Líneas Aéreas de Energía Eléctrica de Tensiones Nominales mayores de 1 kV", Alemania, 1985.
7. IEEE 80, "Guide for Safety in AC Substation Grounding", Institute of Electrical and Electronics Engineers - New York, 2000.
8. Justo Yanque Montufar, "Técnicas de aterramiento eléctrico", Universidad Nacional de Ingeniería – Perú, 2002.
9. Luis Maria Checa, "Línea de Transporte de Energía", Marcombo Boixareu, 1988.
10. Moreno Clemente Julian, "Cálculos de Líneas Aéreas de Alta Tensión", Madrid-España, 1997.