



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Universidad Nacional de La Pampa

**PROYECTO Y DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA**

**“CÁLCULO Y DISEÑO DE RED  
ELÉCTRICA PARA LOTE O  
-PLAN MI CASA III-  
UBICADO EN PARERA, LA PAMPA”**

**PIZZANI MARIA CORA**  
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**GENERAL PICO, LA PAMPA  
2024**

**28 DE AGOSTO**

**TUTOR:**

**-ING. SCHPETTER, NICOLÁS**

**JURADO:**

**-ING. CASTELLINO, ARIEL.**

**-ING. GARCIA, NESTOR**

**-MG. MANDRILE, DANIEL**

## RESUMEN

En el proyecto presentado se diseñará y calculará el tendido eléctrico en media (MT) y baja tensión (BT) para un nuevo barrio en la localidad de Parera, La Pampa.

El mismo, cuenta con 22 terrenos de 200 [m<sup>2</sup>] en los cuales se construirán viviendas del tipo social, contemplado en un plan provincial denominado “Mi Casa III”, perteneciente al IPAV (Instituto Provincial Autárquico de Vivienda). En relación al consumo de cada vivienda, se analizará la necesidad de una nueva subestación transformadora de manera tal que permita el suministro eléctrico de dichos terrenos.

Se procede a la realización del tendido eléctrico aéreo de media tensión desde el punto más cercano de la línea existente hacia la nueva subestación transformadora, encargada de alimentar los puntos de consumo. Dicha línea, se diseñará de manera aérea coplanar horizontal y de aislación rígida, con conductores desnudos de aleación de aluminio. La misma partirá desde una estructura terminal existente y llegará a la subestación transformadora que alimentará al barrio, contando con una longitud aproximada de 140 [m]. Las estructuras utilizadas para el tendido eléctrico aéreo serán de hormigón armado. Esta línea contará con postes empotrados en el terreno mediante fundación de hormigón simple con forma de prisma.

Junto con lo anterior, se realizará el tendido eléctrico de la línea de baja tensión que abastecerá a cada futuro terreno como así también a la línea de alumbrado público. Esta línea será tipo aérea y con cables preensamblados; el recorrido de las mismas será de forma radial abierta. El alumbrado público estará distribuido en el mismo cable que se utilizará para la distribución de las viviendas. Las luminarias elegidas estarán situadas sobre las estructuras de hormigón armado mediante un caño de brazo curvo.

Las estructuras a utilizar serán de hormigón armado. Los terminales contarán con fundación de hormigón simple con forma de prisma mientras que los sostenes estarán directamente empotrados en el terreno. Se exceptúa el caso de las estructuras que llevarán los dos alimentadores y el alumbrado público, las cuales contarán con suelo cemento.

Palabras claves: **distribución eléctrica, red de baja tensión, línea de media tensión, barrio**

## **ABSTRACT**

In the project presented, the medium and low voltage power lines will be designed and calculated for a new neighborhood in the town of Parera, La Pampa.

It has 22 plots of 200 [m<sup>2</sup>] on which social housing will be built, contemplated in a provincial plan called “My House III”, belonging to the Provincial Autárquico Housing Institute. In relation to the consumption of each home, the need for a new transformer substation will be analyzed in such a way as to allow the electrical supply of said lands.

The medium voltage overhead electrical wiring is carried out from the closest point of the existing line to the new transformer substation, in charge of feeding the consumption points. Said line will be designed in a horizontal coplanar aerial manner and with rigid insulation, with bare aluminum alloy conductors. It will start from an existing terminal structure and reach the transformer substation that will feed the neighborhood, with an approximate length of 140 [m]. The structures used for overhead power lines will be made of reinforced concrete. This line will have posts embedded in the ground using a simple prism-shaped concrete foundation.

Along with the above, the electrical wiring of the low voltage line will be carried out that will supply each future plot of land as well as the public lighting line. This line will be aerial type and with pre-assembled cables; Their route will be open radial. Public lighting will be distributed on the same cable that will be used for the distribution of homes. The chosen luminaires will be located on the reinforced concrete structures using a curved arm pipe.

The structures to be used will be made of reinforced concrete. The terminals will have a simple concrete foundation in the shape of a prism while the supports will be directly embedded in the ground. An exception is the case of the structures that will carry the two feeders and public lighting, which will have cement floors.

**Keywords: Electrical distribution, Low voltage network, Medium voltage line, barrio**

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	5
<b>DESARROLLO</b> .....	6
<b>Capítulo 1: Cálculo y diseño de la red en baja tensión (BT)</b> .....	6
<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b> .....	6
<b>MEMORIA TÉCNICA</b> .....	8
<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b> .....	16
<b>DISTRIBUCIÓN DOMICILIARIA</b> .....	16
<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b> .....	19
<b>CÁLCULO DE LA POTENCIA DEMANDADA AL TRANSFORMADOR</b> .....	20
<b>CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN</b> .....	21
<b>ELEMENTOS DE PROTECCIÓN</b> .....	25
<b>Capítulo 2: Cálculo y diseño de la red en media tensión (MT)</b> .....	78
<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b> .....	78
<b>MEMORIA TÉCNICA</b> .....	79
<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b> .....	83
<b>CÁLCULO MECANICO DE CONDUCTORES</b> .....	85
<b>CONCLUSIÓN</b> .....	117
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	118
<b>ANEXO</b> .....	119

## **INTRODUCCIÓN**

Este Proyecto y Diseño Final desarrollado a continuación contempla los lineamientos que se consideran necesarios para la confección de infraestructura para el suministro de energía eléctrica de media y baja tensión, en un nuevo barrio en la localidad de Parera. El objetivo principal es brindar a los futuros usuarios un servicio de calidad, cumpliendo con las normativas y reglamentaciones correspondientes en dicho municipio, incorporando los elementos necesarios que garanticen el suministro de energía de acuerdo a la demanda de potencia requerida y utilizando los elementos de protección adecuados para las instalaciones realizadas, de modo de garantizar el correcto funcionamiento de las líneas y la nueva subestación a lo largo de su vida útil.

Dicho barrio cuenta con 22 terrenos destinados a la construcción de viviendas del tipo social, distribuidos en una manzana comprendidas entre las calles Ricardo Contreras entre Calle Independencia y Calle Luis Ussei, más precisamente, Ejido 082, Circunscripción I, Quinta 3, Parcela 2 y Ejido 082, Circ I, Manzana 16, Parcela 1/22.

La línea de media tensión será del tipo aérea con conductores desnudos de aleación de aluminio, que comenzará en una estructura terminal existente ubicada sobre la calle Ricardo Contreras (casi esquina Lino Perez) y llegará a una subestación transformadora (SET) que será la encargada de alimentar al barrio. La estructura de dicha SET será monoposte.

Por su parte, la red de baja tensión será del tipo aérea con cables preensamblados y contará con alumbrado público para el barrio.

## **DESARROLLO**

### **Capítulo 1: Cálculo y diseño de la red en baja tensión (BT)**

#### **MEMORIA DESCRIPTIVA**

La finalidad de este primer capítulo es mostrar el desarrollo del cálculo y diseño del servicio eléctrico para un nuevo barrio ubicado en Parera, La Pampa.

La red de baja tensión (BT) consiste en la distribución domiciliaria y alumbrado público, del tipo aérea con cables preensamblados. En base a los distintos consumos, se seleccionará la sección de los conductores utilizados. Dicha línea de BT tendrá una longitud aproximada de 320 [m].

Se observaron las distancias entre las acometidas de las viviendas, cruces de calles y el largo de la manzana en cuestión para poder establecer el tendido eléctrico; una vez hecho esto se realizó un tendido radial abierto.

La potencia aparente estimada para cada terreno será de 5,6 [kVA] debido a los cálculos realizados en función del consumo de cada una, una vez ya habitadas. Se distribuirá de manera monofásica.

En el caso del alumbrado público (A.P) contará con un alimentador propio que será distribuido junto con los conductores utilizados para la distribución de las viviendas. El comando para el A.P será mediante el uso de un medidor inteligente el cual estará ubicado dentro de un tablero sobre la estructura de la subestación transformadora. Las luminarias irán montadas sobre un brazo de caño curvo y éste, estará ubicado sobre los mismos postes que se utilizarán para la distribución domiciliaria. Las mismas serán del tipo LED de 135 [W] cada una.

La subestación transformadora (SET), estará montada sobre la calle Ricardo Contreras casi esquina Independencia. Desde la misma, saldrán dos alimentadores para la distribución domiciliaria (cada uno alimentando once viviendas) y dos para el alumbrado público (contemplados en el mismo conductor seleccionado preensamblado). La misma será de 13,2/0,400-0,231 [kV], con potencia mínima de 160 [kVA] y estará montada sobre un poste de hormigón armado y plataforma de acero galvanizado donde se encontrarán las protecciones correspondientes para el transformador y los alimentadores. Contará con sistema de telegestión (SCADA) y sistema de medición y control de alumbrado público. El proyecto presente se realizará considerando las disposiciones en vigencia de la Cooperativa del pueblo (Cooperativa Eléctrica de Realicó), de la Municipalidad de Parera y las Reglamentaciones vigentes de la Asociación Electrotécnica Argentina.

AEA 95201: “Reglamentación para Líneas Eléctricas Aéreas Exteriores- Líneas de Baja Tensión”.

AEA 95150: “Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas de Suministro y Medición en Baja Tensión”.

AEA 95703: “Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas de Alumbrado Público y Señales de Control de Tránsito Vial”.

AEA 90364-7-770/771: “Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles”.

Reglamento Técnico y Normas Generales para el Proyecto y Ejecución de Obras de Electrificación Rural, Secretaría de Estado de Energía.

AEA 95401: “Reglamentación sobre Centros de Transformación y Suministros en Media Tensión”.

## MEMORIA TÉCNICA SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA

La nueva subestación transformadora (SET) aérea tipo monoposte, de instalación exterior y operación exterior, se ubicará sobre Ricardo Contreras casi esquina Independencia.

El transformador elegido, en base al consumo estimado realizado en la *memoria de cálculo*, tendrá los siguientes datos:

Selección del transformador	
Potencia [kVA]	160
Relación de transformación	13,2/0,4-0,231
Grupo conexión	Dy11
Tipo	Exterior
Ucc %	4%
Peso [kg]	850
Alto [mm]	1450
Ancho [mm]	750
Largo [mm]	1600





## ***DISTRIBUCIÓN DOMICILIARIA***

### *Conductores:*

Se utilizarán cables preensamblados de aleación de aluminio, bajo norma IRAM 2263. Los mismos tendrán una sección de 95 [mm<sup>2</sup>] y ya tendrán en cuenta al conductor destinado para alumbrado público.



### *Protección de los alimentadores:*

Para la protección de los alimentadores se utilizarán tres juegos de seccionadores APR de 630 [A] tripolares, que estarán ubicados sobre ménsulas en el poste de la estructura de la subestación transformadora.



Por cada seccionador, se tendrán tres fusibles NH de tamaño 01, de categoría de empleo gG, con las siguientes corrientes nominales:

- Alimentador 1:  $I_n = 125$  [A]
- Alimentador 2:  $I_n = 125$  [A]



#### *Protección de las acometidas domiciliarias:*

Se utilizarán portafusibles aéreos encapsulados (DPA), los mismos permitirán ejecutar derivaciones de 4 a 10 [mm<sup>2</sup>]. Dentro de estos, se colocarán fusibles del tipo Neozed de 63 [A], que funcionarán con una tensión nominal de 380 [V].



#### ***ALUMBRADO PÚBLICO (A.P)***

El mismo será comandado por un tablero que estará ubicado sobre la estructura de la subestación transformadora.

#### *Luminarias:*

Se utilizarán 6 luminarias de la marca Strand modelo RS 160 LED con una potencia de 135 [W], distribuidas convenientemente.



*Conductor:*

El cable que se utilizará como alimentador, partirá desde los bornes de baja tensión del transformador hacia el tablero del alumbrado público. El mismo será de cobre recocido con aislación XLPE bajo norma IRAM 2164 y tendrá una sección de  $4 \times 16$  [mm<sup>2</sup>].

*Protección del alimentador:*

Se utilizará un seccionador APR de 160 [A] tripolar, el mismo estará ubicado sobre la estructura de la subestación transformadora.

Para este seccionador, se colocarán fusibles NH de tamaño 000, categoría de empleo gG con una corriente nominal de 50 [A] por cada fase.



*Protección de las acometidas de las luminarias:*

Para la protección de las acometidas de las luminarias de conductor preensamblado, se utilizarán portafusibles aéreos encapsulados (DPA), los mismos permitirán ejecutar derivaciones de 4 a 10 [mm<sup>2</sup>].

Dentro de los portafusibles DPA se colocarán fusibles del tipo Neozed de 4 [A], que funcionarán con una tensión nominal de 380 [V].

Cabe destacar que, por cada acometida se tendrá un portafusible DPA y un fusible Neozed, donde este conjunto será utilizado para la fase.



### *Tablero de alumbrado público:*

El tablero del alumbrado público, tendrá un grado de protección IP64. Estará ubicado en la estructura de la subestación transformadora y se dividirá en dos esquemas:

Esquema de potencia:

- Medidor trifásico inteligente.
- Interruptor automático 3x40 [A], curva C y poder de corte 10 [kA].
- Contactor tripolar 3x38 [A].
- Tres interruptores automáticos 1x20 [A], curva C y poder de corte 10 [kA].
- Conductores de 10 [mm<sup>2</sup>], bajo norma IRAM 247-3.
- Conductor preensamblado 1x25 [mm<sup>2</sup>], bajo norma IRAM 2263.

Esquema de control:

- Base portafusible.
- Fusible tipo tabaquera de 2 [A].
- Medidor de red trifásico.
- Conductores de 4 y 1,5 [mm<sup>2</sup>], bajo normal IRAM 247-3.

### **CONEXIONES**

La conexión entre conductores de energía se llevará a cabo empleando conectores dobles dentados con tornillo y tuerca fusible para puentes de utilización línea-línea. Este tipo de conectores permite una conexión totalmente hermética y se puede emplear en cualquier parte del conductor de energía sin necesidad de cortarlo.



Para la conexión entre línea y acometida de consumo o acometida para el alumbrado público, se emplearán conectores simples dentados aislados con portafusible apto para fusibles Neozed hasta 63 A. Este conector tiene tornillo y tuerca fusible para puentes de utilización acometida domiciliaria. Las principales ventajas de su utilización es que la conexión es por perforación de la aislación y es hermético, con lo cual desaparecen los problemas de corrosión galvánica.



### ***ELEMENTOS ESTRUCTURALES***

El tendido de la red de BT llevará columnas de hormigón armado pretensadas que contarán con las siguientes características:

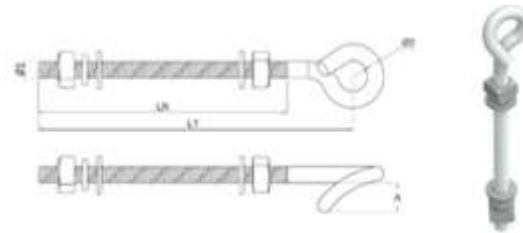
- Sostén (S): 8 [m] de altura, rotura 450 [kgf]. Los mismos estarán directamente empotrados en el terreno a excepción de las estructuras que contarán con el equipamiento de alumbrado público que serán empotrados en el terreno con suelo cemento. Tendrán una profundidad de empotramiento determinada y se deberán mejorar las condiciones resistentes del suelo por medio de “suelo cemento” (mezcla en relación 5 a 1 de tierra disgregada, sin piedras y cemento sin agregado de agua). En el fondo del pozo, es necesario ejecutar una base de hormigón armado simple para aumentar la base del poste y evitar que el mismo se hunda.
- Terminales (T): 8 [m] de altura, rotura 1800 [kgf]. Estos contarán con fundación de hormigón simple en forma de prisma. El espacio entre el poste y la base se deberá rellenar con arena y en la parte superior se deberá sellar por medio de mortero bien alisado y terminado. Todos los soportes de hormigón armado deberán quedar sellados en su parte superior para evitar el ingreso de agua.

Para la sujeción de la luminaria, se utilizará un brazo curvo de caño con una longitud de 5,15 [m], 2,2 pulgadas de diámetro y 3,1 [mm] de espesor que se empalmará a la columna de hormigón.

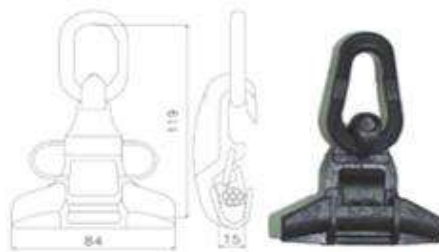
### **MORSETERÍA Y HERRAJES**

Los herrajes utilizados para sostener el cableado de baja tensión en los postes sostenes se muestran a continuación:

- Tilla de suspensión MN 503:

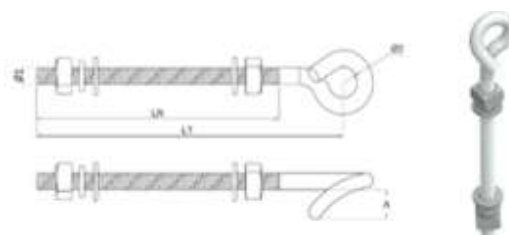


- Pinza de suspensión: La vinculación entre tilla de suspensión y el cable preensamblado será por medio de una pinza de suspensión destinada a soportar solo el esfuerzo del peso del cable en los semivanos adyacentes y no ejerce fuerza de retención. Este elemento está construido con material termoplástico resistente a la radiación UV y tiene fusible mecánico.



Los herrajes utilizados en las estructuras terminales son los que se muestran a continuación:

- Tilla de suspensión MN 514:

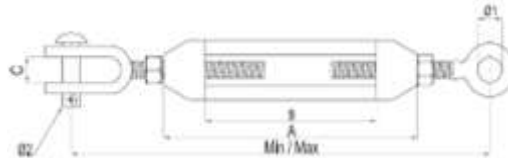


- Pinza de retención autoajustable para neutro portante: Mediante el sistema

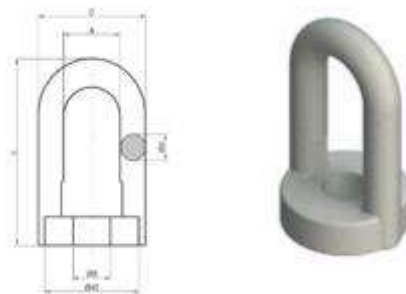
autoajustable, la pinza de retención sujeta al conductor de neutro que es el portante, quien recibe y transmite los esfuerzos mecánicos a la estructura-



- Tensor mecánico: Para lograr una regulación de la tensión mecánica, se utiliza el tensor mecánico con grillete incorporado.



- Ojal sin rosca: En los sectores de las ochavas donde se realiza la derivación de las líneas por medio de un tiro flojo se utilizará para la fijación del conjunto de retención un ojal sin rosca MN380 fijado al poste por medio de una abrazadera de acero inoxidable.



### ***PUESTA A TIERRA***

Los terminales de baja tensión se conectarán a tierra en la parte inferior mediante un bloque de latón, terminal de indentar de Cu de 25 [mm<sup>2</sup>] diámetro del ojo 1/2 ´, conductor de Cu desnudo 25 [mm<sup>2</sup>] y una jabalina de 5/8´ x 1,5 [m], con toma cables. En la cima se conectará a tierra el conductor de Neutro con un bloque de latón, arandela bimetálica Al/Cu, terminal de indentar de Al 50 [mm<sup>2</sup>], conductor de Al aislado, y conector línea-línea.

## MEMORIA DE CÁLCULO DISTRIBUCIÓN DOMICILIARIA

El barrio cuenta con 22 terrenos con una superficie de 200 [m<sup>2</sup>] aproximadamente, donde se edificarán viviendas que contarán con pilares monofásicos. Las mismas serán del tipo social por lo cual se dimensionan con un grado de electrificación mínimo/medio. La potencia estimada demostrada a continuación es de 5,6 [kVA] para cada una de ellas.

Para el desarrollo del cálculo de la potencia máxima simultánea se utilizará la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA).

A continuación, se muestra un resumen de los tipos de circuitos según norma:

Tipo de circuito	Designación	Sigla	Máxima cantidad de bocas	Máximo calibre de la protección
Uso General	Iluminación uso general	IUG	15	16 A
	Tomacorriente uso general	TUG	15	20 A
Uso Especial	Tomacorriente uso especial	TUE	15	32 A
Uso específico	Consultar con AEA 90364-7-771			Responsabilidad del proyectista

Se muestra también, un resumen de los grados de electrificación según normativa:

Grado de electrificación	Superficie (límite de aplicación)
Mínimo	Hasta 60 m <sup>2</sup>
Medio	Más de 60 m <sup>2</sup> hasta 130 m <sup>2</sup>
Elevado	Más de 130 m <sup>2</sup> hasta 200 m <sup>2</sup>
Superior	Más de 200 m <sup>2</sup>

Como así también, un resumen de los números mínimos de circuitos:

Grado de electrificación	Cantidad mínima de circuitos	Tipo de circuitos			
		Variante	IUG	TUG	Circuito de libre elección
Mínimo	2	Única	1	1	-
Medio	3	a)	2	1	-
		b)	1	2	-
Elevado	5	a)	2	3	-
		b)	3	2	-
Superior	6	a)	2	3	1
		b)	3	2	1



Las viviendas son unifamiliares, con dos dormitorios, baño, paso, cocina y estar/comedor. Contarán con una superficie total cubierta de  $65 [m^2]$  y con un grado de electrificación medio. La cantidad de circuitos mínimos propuestos por la normativa es de 3.

#### Circuitos de uso general

- Cantidad de bocas IUG: 9 bocas. De las cuales 3 se encuentran en fachada y una en el ingreso. Para la totalidad de las bocas se utilizará un circuito.
- Cantidad de bocas TUG: 21 bocas. De los cuales 3 se encuentran en la pared lateral y fondo. Para la totalidad de las bocas se utilizarán dos circuitos.
- Cantidad de bocas APM (alimentación de pequeños motores): 1 boca. En este circuito se agruparán los tomacorrientes proyectados para conectar los equipos de aire acondicionado.

#### Demanda de Potencia Máxima Simultánea correspondiente al grado de electrificación

- IUG:  $2/3 \times 150 \text{ VA}$  cada boca. Total:  $900 [VA]$ .
- TUG:  $2200 \text{ VA}$  por circuito. Total:  $4400 [VA]$ .
- Coeficiente de simultaneidad: 0,9.
- DPMS 1 (IUG, TUG):  $5300 [VA]$  (para determinar el grado de electrificación)
- DPMS 2 (IUG, TUG):  $4770 [VA]$  (para determinar la carga total del inmueble)

#### Demanda de Potencia Máxima Simultánea de los circuitos dedicados a cargas específicas

- APM: Se considerará un equipo de aire acondicionado con  $900 \text{ VA}$ . Total:  $900 \text{ VA}$ .
- DPMS (APM):  $900 [VA]$

La carga total por vivienda se calculará teniendo en cuenta el punto 770.8.3.1. La misma será:

$$- \text{DPMS} = \text{DPMS 2 (IUG, TUG)} + \text{DPMS (APM)} = 5670 [VA]$$

Con este aproximado de consumo, se procede a calcular la corriente que se tendrá por terreno, mediante la fórmula siguiente

$$I = \frac{S}{V} = \frac{5,6 * 1000}{220} = 25 [A]$$

Donde se tiene que

I= Corriente por terreno/vivienda en [A]

S=Potencia estimada por terreno/vivienda en [kVA]

V= Tensión de fase en [V]

Para el cálculo de la corriente de proyecto, se tiene en cuenta la máxima corriente que se recorrerá en las fases R, S, T.

Para determinar el factor de simultaneidad, se debe tener en cuenta la cantidad de viviendas que hay en cada tramo.

La ecuación a utilizar es la siguiente

$$I_b = I_{m\acute{a}x} * F_s$$

Donde

$I_b$  = Corriente de proyecto total que circulará en cada tramo de la línea en [A]

$I_{m\acute{a}x}$  = Máxima corriente que circulará en las fases R,S,T en [A]

$F_s$  = Factor o coeficiente de simultaneidad (se obtiene a partir de la siguiente figura)

Cantidad de viviendas y locales (unitarios)	Coeficiente de simultaneidad	
	Grados de electrificación Mínimo y Medio	Grados de electrificación Elevado y Superior
2 a 4	0,9	0,7
5 a 15	0,8	0,6
15 a 25	0,6	0,5
> 25	0,5	0,4

Para la distribución de carga de los alimentadores se procedió, en el caso de baja tensión, a colocar dos alimentadores en total.

A continuación, se preselecciona la sección de los conductores que tendrá cada línea a partir de la corriente máxima admisible.

Se debe cumplir que

$$I_b \leq I_z$$

Donde:

$I_b$  = Corriente de proyecto por alimentador en [A].

$I_z$  = Corriente admisible del cable en [A].

Las secciones de los cables seleccionados y la corriente admisible que soportarán se muestran a continuación, aunque deben verificarse mediante el cálculo de caída de tensión demostrado más adelante.

Preselección de los conductores		
Denominación	Sección mm <sup>2</sup>	I <sub>adm</sub>
ALIMENTADOR 1	3x95+50+25	200

ALIMENTADOR 2	3x95+50+25	200
---------------	------------	-----

### ALUMBRADO PÚBLICO

Para este caso, se utilizarán 6 luminarias de la marca Strand modelo RS 160 LED distribuidas convenientemente, saliendo desde el tablero de AP un conductor en fase S para el alimentador 1 y un conductor en fase T para el alimentador 2.

Se procede a calcular la carga que demandará cada luminaria. Dado que las mismas tendrán un consumo monofásico, se utilizará la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{V * \cos\phi} = \frac{135}{220 * 0,9} = 0,68 [A]$$

Donde

I= Corriente por luminaria en [A]

V= Tensión de fase en [V]

P=Potencia de la luminaria en [W]

$\cos\phi$ = Factor de potencia de la luminaria

Alimentador	Cantidad luminarias	Ib	Fase
ALIMENTADOR AP1	3	0,68	S
ALIMENTADOR AP2	3	0,68	T

Sabiendo cuál de las fases (S, T) tendrá más carga cuando llegue al tablero de A.P., se debe determinar la corriente de proyecto que generará el mismo.

Alimentador	Cantidad luminarias	Ib total	Fase
ALIMENTADOR AP1	3	2,05	S
ALIMENTADOR AP2	3	2,05	T

Finalmente, la carga que tendrá el alimentador para el alumbrado público quedará determinada por cualquiera de las dos fases, por lo cual la corriente de proyecto será:

$$Ib = 2,05 [A]$$

Como el cable preensamblado ya cuenta con una sección de  $25 \text{ [mm}^2\text{]}$  para alumbrado público debemos verificar que la corriente de proyecto  $I_b$  sea menor a la admisible por el cable, por lo cual verifica debido a que la corriente admisible para una sección de  $25 \text{ [mm}^2\text{]}$  es de  $75 \text{ [A]}$  mientras que nuestra corriente de proyecto  $I_b$  es  $2,05 \text{ [A]}$ . Cumplirá perfectamente y, a su vez, se podrá contemplar una posible ampliación de la red de alumbrado público a futuro.

### **CÁLCULO DE LA POTENCIA DEMANDADA AL TRANSFORMADOR**

Para la selección del transformador se calcularon todos los consumos de las viviendas sumado a los consumos de todas las lámparas de alumbrado público.

Antes de comenzar la instalación se concluyó que el consumo de cada casa es de  $5,6 \text{ [kVA]}$ , entonces el total para todas las viviendas, considerando un coeficiente de simultaneidad en base a la cantidad de las mismas, se estima mediante la ecuación que se muestra a continuación

$$S = S_{te} \cdot F_s \cdot \#viviendas/terrenos$$

Donde:

$S$ = Potencia aparente demandada en  $[\text{kVA}]$

$S_{te}$ = Potencia estimada por terreno en  $[\text{kVA}]$

$F_s$ = Factor de simultaneidad (22 terrenos por lo cual  $F_s=0,6$  debido a que el grado de electrificación es mínimo/medio)

$$S_T = 5,6 \text{ [kVA]} \cdot 0,6 \cdot 22 \text{ viviendas}$$

$$S_T = 73,92 \text{ [kVA]}$$

Para el cálculo de potencia que generará el alumbrado público se utilizará el dato de la corriente de proyecto del mismo, mediante la fórmula mostrada a continuación, sabiendo que la potencia de las lámparas es de  $135 \text{ [W]}$  con una corriente de  $0,68 \text{ [A]}$ :

$$S_{AP} = 220 \text{ [V]} \cdot 0,68 \text{ [A]}$$

$$S_{AP} = 149,6 \text{ [VA]}$$

Para el total de las lámparas tenemos que

$$S_T = 0,1496 \text{ [kVA]} \cdot 6 \text{ columnas}$$

$$S_T = 0,8976 \text{ [kVA]}$$

Se consideró también un porcentaje de reserva del 20% para futuras ampliaciones, por lo cual el cálculo total para la selección del transformador fue el siguiente:

SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA A					
Alimentadores	Demanda por lote en kVA	Demanda por lote en A	Cantidad de lotes	Potencia total [kVA]	Corriente total [A]
A1	5,6	25	11	61,6	280,00
A2	5,6	25	11	61,6	280,00
TOTAL			22	123,2	560,00
Coeficiente de simultaneidad (por total de casas)					0,60
Corriente afectada [A]					336,00
Potencia [kVA]					73,9
Alumbrado público [kVA]					0,898
Reserva 20%					14,78
Potencia final [kVA]					89,60

Vemos que considerando un transformador de 100 [kVA] cumple perfectamente, aunque se decidió elegir uno de 160 [kVA] con las condiciones mencionadas en la memoria técnica debido a que a futuro está planeado construir un barrio más lindante por lo cual se puede utilizar la potencia sobrante para dicha ampliación.

### ***CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN***

#### **Distribución domiciliaria - Alimentadores de Viviendas**

En las siguientes tablas, se podrán ver los cálculos de caída de tensión que se realizaron considerando a cada alimentador desde los consumos más alejados de cada línea hasta la SET. Este valor no debe superar el 5% exigido por la norma vigente.

La fórmula utilizada para determinar la caída de tensión es

$$\Delta U = L * Z * I_b$$

Donde

$\Delta U$ = Caída de tensión en [V]

L= Longitud del tramo en [km]

$I_b$ = Corriente de proyecto por tramo en [A]

Z= Impedancia del conductor, igual a  $R * \cos\varphi + X * \sin\varphi$  en  $\left[\frac{\Omega}{km}\right]$

R=Resistencia del conductor en  $\left[\frac{\Omega}{km}\right]$

X= Reactancia inductiva del conductor en  $\left[\frac{\Omega}{km}\right]$

$\cos\varphi$ = Factor de potencia exigido de 0,92

$$\sin\varphi = \sqrt{1 - (\cos\varphi)^2}$$

Los datos utilizados para la resistencia y reactancia del cable, se obtendrán desde el catálogo Prysmian para cables preensamblados. Los valores se observan a continuación:

Conductor preensamblado		
Sección	R	X
3x95+50+25	0,411	0,084

Para los valores obtenidos, se calcula la caída de tensión porcentual mediante la ecuación

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Delta U}{220} * 100$$

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de caída de tensión. Allí se debe verificar que ningún valor supera al 5% exigido por norma. De esta manera, se verifica que las secciones de los cables elegidos verifican.

Caída de tensión Alimentador 1	$\Delta VRN$	$\Delta VSN$	$\Delta VTN$
	(V)	(V)	(V)
Caída de tensión por fase (V)	9,41	8,40	7,13
Caída de tensión por fase (%)	4,3 %	3,8 %	3,2 %
	$\leq 5\%$		

Caída de tensión Alimentador 2	$\Delta VRN$	$\Delta VSN$	$\Delta VTN$
	(V)	(V)	(V)
Caída de tensión por fase (V)	11,10	9,80	8,60
Caída de tensión por fase (%)	5,0 %	4,4 %	3,9 %
	$\leq 5\%$		

Para la alimentación de las viviendas, en total se utilizaron 2 alimentadores donde cada uno comienza en el transformador manteniendo la sección constante en toda la línea.

### Alumbrado Público

Para verificar la caída de tensión del circuito de alumbrado público, se procederá a calcular desde las luminarias más alejadas de cada línea hasta llegar a la SET.

Cabe destacar que, la caída de tensión se calculará como si fuese un sistema monofásico desequilibrado, es decir que se determinará a dicha caída de tensión por cada conductor involucrado. La fórmula que se utilizará es la siguiente:

$$\Delta U = Ib * L * Z$$

Donde:

$\Delta U$  = Caída de tensión por tramos en [V].

$L$  = Longitud del tramo en [km].

$Ib$  = Corriente de proyecto por tramos en [A].

$Z$  = Impedancia del conductor, igual a  $R * \cos \varphi + X * \sin \varphi$  en [ $\Omega$ /km].

$R$  = Resistencia del conductor en [ $\Omega$ /km].

$X$  = Reactancia del conductor en [ $\Omega$ /km].

$\cos \varphi$  = Factor de potencia exigido de 0,92.

$$\sin \varphi = \sqrt{1 - (\cos \varphi)^2}$$

Del catálogo de Prysmian para cables preensamblados, se tomarán los valores utilizados para la resistencia de los conductores, en cambio, para la reactancia se utilizarán los datos de los cables seleccionados para la distribución domiciliaria

Cables preensamblados aislados			
Sección mm <sup>2</sup>		Iadm A	R
Fase	25	75	1,539
Neutro	50		0,824

Conductor preensamblado		
Sección	R	X
3x95+50+25	0,411	0,084

Los valores obtenidos serán por conductor, por lo cual se deberán sumar de la siguiente manera:

$$\Delta U_{FN} = \Delta U_F + \Delta U_N$$

Esta caída de tensión de alumbrado público no podrá superar más del 3%, desde la subestación transformadora hasta las luminarias más alejadas de cada línea. Se deberá verificar esto, calculando la caída de tensión porcentual por tramos, mediante la fórmula

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Delta U_{FN}}{220} * 100$$

En la tabla siguiente se indicarán los valores calculados desde los puntos de conexión hasta las luminarias más alejadas

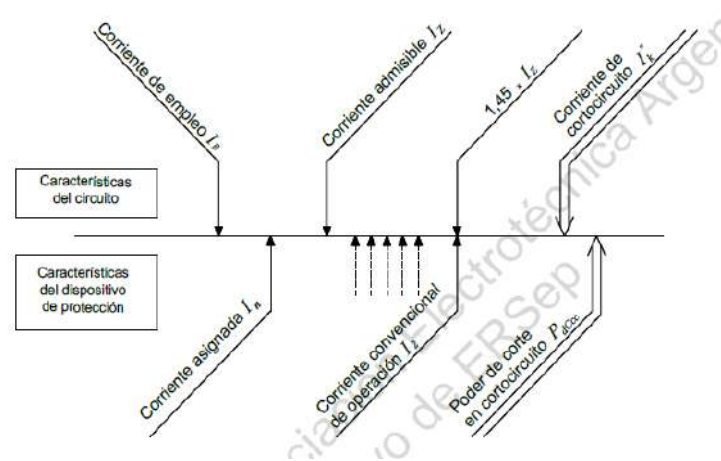
Caída de tensión AP	$\Delta V_{SN}$	$\Delta V_{TN}$
	(V)	(V)
Caída de tensión por fase (V)	0,39	0,74
Caída de tensión por fase (%)	0,18 %	0,34 %
	$\leq 3\%$	



## ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

### Protección de los alimentadores contra sobrecorriente:

La función de la protección eléctrica es resguardar cables y conductores ante sobrecargas de corriente y cortocircuitos, que podrían provocar la rotura de la aislación, conexiones, e incluso incendios en los casos más severos.



Los dispositivos de protección para proteger los alimentadores, en este caso fusibles NH, fueron seleccionados para interrumpir corrientes de sobrecarga en los conductores del tendido, de manera de evitar daños por calentamiento a la aislación, a las conexiones, a los terminales y al ambiente que rodea los conductores. Para cumplir tal objetivo se siguieron las recomendaciones dadas por el reglamento de la AEA 90364, donde se pide cumplir con dos condiciones. Por un lado, se debe verificar que

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (1)$$

Donde:

$I_b$  = Corriente de proyecto por alimentador en [A].

$I_n$  = Corriente asignada o nominal del dispositivo de protección en [A].

$I_z$  = Intensidad de corriente admisible en régimen permanente por los conductores a proteger en [A].

Y, a su vez, se deberá cumplir, a partir de la actuación de la protección por sobrecarga:

$$I_2 \leq 1,45 * I_z \quad (2)$$

Donde:

$I_2$  = Intensidad de corriente que asegure el efectivo funcionamiento del dispositivo de protección en el tiempo convencional en las condiciones definidas. En este caso, fue  $I_2 = 1,6 * I_n$  dado que se utilizaron fusibles mayores a 16[A].

$I_n \leq 4 A$	en tiempo convencional 60 minutos	$I_2 = 2,1 I_n$
$4 A < I_n \leq 16 A$	en tiempo convencional 60 minutos	$I_2 = 1,9 I_n$
$16 A < I_n \leq 63 A$	en tiempo convencional 60 minutos	$I_2 = 1,6 I_n$
$63 A < I_n \leq 160 A$	en tiempo convencional 120 minutos	$I_2 = 1,6 I_n$
$160 A < I_n \leq 400 A$	en tiempo convencional 180 minutos	$I_2 = 1,6 I_n$
$I_n \geq 400 A$	en tiempo convencional 240 minutos	$I_2 = 1,6 I_n$

Utilizando la primera condición, se seleccionó el dispositivo de protección y con la segunda se verificó la actuación de la protección elegida contra la sobrecarga, con la ayuda de la información dada por el reglamento, donde dice que la corriente de fusión de los fusibles gG (para el rango de corrientes y tiempo de operación convencional del proyecto actual), es:

$$I_2 = 1,6 \cdot I_n$$

A continuación, se muestra lo obtenido a partir de las ecuaciones anteriores

ALIMENTADOR 1		
Ib1	In1	Iz1
91,64	125	200
Fusibles NH	$I_2=1,6 \cdot I_n$	$I_2 < 1,45 \cdot I_z$
01 gG	200	290

ALIMENTADOR 2		
Ib2	In2	Iz2
91,64	125	200
Fusibles NH	$I_2=1,6 \cdot I_n$	$I_2 < 1,45 \cdot I_z$
01 gG	200	290

ALIMENTADOR AP1		
I <sub>b</sub>	I <sub>n</sub>	I <sub>z</sub>
2,05	20	75
Interruptor automático	I <sub>2</sub> =1,45*I <sub>n</sub>	I <sub>2</sub> < 1,45.I <sub>z</sub>
1 x 20 [A] - Curva "C"- I'' <sub>k</sub> = 6 [kA]	29	108,75

ALIMENTADOR AP2		
I <sub>b</sub>	I <sub>n</sub>	I <sub>z</sub>
2,05	20	75
Interruptor automático	I <sub>2</sub> =1,45*I <sub>n</sub>	I <sub>2</sub> < 1,45.I <sub>z</sub>
1 x 20 [A] - Curva "C"- I'' <sub>k</sub> = 6 [kA]	29	108,75

### Verificación de los conductores por corriente de cortocircuito máxima

La impedancia del transformador se obtiene de la fórmula siguiente

$$Z_T = \frac{u_{rT}}{100\%} * \frac{U_{rT}^2}{S_{rT}} = \frac{4\%}{100\%} * \frac{400 [V]^2}{160 [kVA]} = 0,04[\Omega]$$

$$R_T = \frac{P_{kr} * U_{rT}^2}{S_{rT}^2} = \frac{2,5 [kW] * (400[V])^2}{(160[kVA])^2} = 0,016[\Omega]$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} = \sqrt{0,040^2 - 0,016^2} = 0,0366 [\Omega]$$

Por lo tanto, la impedancia será:

$$Z_T = 0,016 + j 0,0366 [\Omega]$$

Entonces la corriente presunta de cortocircuito  $I''_k$  será:

$$I''_k = \frac{c * Un}{\sqrt{R_k^2 + X_k^2}} = \frac{c * Un}{\sqrt{Z_k}}$$

$$I''_k = \frac{1,05 * 380}{\sqrt{3} \sqrt{0,016^2 + 0,0366^2}} = 5767 [A]$$

El poder de corte de los interruptores automáticos será de 6 [kA]. Podemos ver que, tanto el fusible como la termomagnética actúan como limitadores.

### Verificación por exigencia térmica

Todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuitos, debe responder a las dos condiciones siguientes:

I) Regla del poder de corte

La capacidad de ruptura del dispositivo de protección (PdCcc), será por lo menos igual a la máxima intensidad de corriente de cortocircuito presunta ( $I''_k$ ) en el punto donde el dispositivo está instalado.

$$P_{dccc} \geq I''_k$$

El poder de corte de los fusibles es de 100 [kA] por lo cual va a verificar esta condición.

II) Regla del tiempo de corte

Toda corriente causada por un cortocircuito que ocurra en cualquier punto del circuito debe ser interrumpida en un tiempo tal, que no exceda de aquél que lleva al conductor a su temperatura límite admisible

$$k^2 * S^2 \geq I^2 * t$$

Donde:

$k$  = Factor que toma en cuenta la resistividad, coeficiente de temperatura y la capacidad térmica del conductor/cable (obtenido del reglamento tabla 711.19 II páginas 136)

$S$  = Sección nominal del conductor

$I^2 * t$  = Máxima energía específica pasante aguas abajo del dispositivo de protección

Por lo tanto, en la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos y su respectiva verificación.

k							
Aislación de los conductores	PVC ≤ 300 mm <sup>2</sup>	PVC > 300 mm <sup>2</sup>	EPR / XLPE	Goma 60 °C	Mineral		
					PVC	Desnudo	
Temperatura inicial °C	70	70	90	60	70	105	
Temperatura final °C	160	140	250	200	160	250	
Material conductor	Cobre	115	103	143	141	115	135 / 115 <sup>a</sup>
	Aluminio	76	68	94	93	--	93
	Uniones estañadas en conductor de cobre	115	--	--	--	--	--

<sup>a</sup> Este valor debe ser empleado para cables desnudos expuestos al contacto

Verificación por exigencia térmica						
Alimentador	Sección	K	FUSIBLE EN A	K <sup>2</sup> *S <sup>2</sup>	>	I <sup>2</sup> T
1	95	94	125	79744900	>	95000
2	95	94	125	79744900	>	95000
1AP	25	94	20	5522500	>	55000
2AP	25	94	20	5522500	>	55000



## CÁLCULO MECÁNICO

### Datos reglamentarios

En las líneas aéreas, los conductores estarán sometidos a diferentes esfuerzos que ejercerán los cables sobre los postes que los sostienen.

Las tensiones mecánicas a las que estarán sometidos, pueden variar según las condiciones climáticas de la zona en que se encontrarán y por el tipo de material con el que estarán contruidos. Es decir que, los factores a tener en cuenta pueden ser:

- Peso de los conductores
- Variación de la temperatura.
- Viento.
- Sobrecarga de nieve o hielo (manguito de hielo).

El procedimiento a seguir será obtener los parámetros de carga, flecha y tensión para cinco hipótesis fijas, las cuales son:

- 1- Hipótesis de temperatura máxima, arrojará la flecha mayor.
- 2- Hipótesis de temperatura mínima, determina la tensión máxima.
- 3- Máxima carga, contempla que el factor predominante es el viento.
- 4- Hipótesis que solo sirve para verificar, toma un valor intermedio de viento y temperatura.
- 5- Hipótesis de temperatura media anual, siendo el esfuerzo de fatiga que determina la tensión máxima.

El barrio a construir se encuentra dentro de la zona climática B que incluye la provincia de La Pampa según la especificación del Reglamento Técnico y Normas generales.



Además de conocer la zona climática donde se construirá la línea, es necesario conocer las condiciones de viento máximo.

Las condiciones de carga, caracterizadas por distintas combinaciones de temperatura y velocidad del viento se muestran en la siguiente tabla:

Zona B (La Pampa)		
Estado	Temperatura °C	Viento (km/h)
I	45	0
II	-15	0
III	10	120
IV	-5	50
V	16	0

#### ***Datos de los cables preseleccionados***

A continuación, se mostrarán los valores obtenidos desde el catálogo Prysmian para los cables preensamblados preseleccionados. Se debe mencionar que, en dichos cables el conductor portante es el neutro y es el que soportará la tensión mecánica, por eso el mismo estará constituido de un material distinto con respecto al de las fases.

La sección real del neutro se calculará, mediante la fórmula siguiente

$$S_r = N^{\circ} \text{ hebras} * \pi * \frac{\phi h^2}{4}$$

Donde

$S_r$  = Sección real del neutro en [mm<sup>2</sup>].

$\phi h$  = Diámetro de la hebra en [mm].

A su vez, la carga de rotura máxima que brinda el catálogo para el cable, se dividirá por la sección real del neutro. En la tabla a continuación se mostrarán los resultados obtenidos.



Material/Tipo de aislación	Sección	Diámetro exterior	Masa	Carga de rotura	Nº Hebras por conductor	Diámetro hebra	Sección real neutro	Carga de rotura kg/mm <sup>2</sup>
al/Al XLPE	3X95+50+25	37	1360	1405	7	3,02	50,14	28,02

A su vez, debemos determinar los valores para el módulo de elasticidad siendo el mismo  $E = 6000 \text{ [kg/mm}^2\text{]}$  como así también, el coeficiente de dilatación térmica  $\alpha = 2,30E-05 \text{ [1/}^\circ\text{C]}$ .

### ***Ecuaciones para realizar el cálculo***

#### **-MASA ESPECIFICA**

La masa específica del conductor por metro será

$$F_c = \frac{M}{S_r}$$

Donde

$F_c$  es la masa específica del conductor en  $\left[\frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{mm}^2}\right]$

$M$  es la masa específica del cable por metro en  $\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}}\right]$

$S_r$  la sección real del neutro en  $[\text{mm}^2]$

#### **-ESFUERZOS ESPECÍFICOS PRODUCIDOS POR EL VIENTO**

La presión dinámica del viento se obtiene utilizando la ecuación siguiente

$$q = \frac{V^2}{16 * S_r}$$

Donde

$q$  es la presión dinámica del viento en  $\left[\frac{\text{kgf}}{\text{m}^2 \cdot \text{mm}^2}\right]$

$V$  es la velocidad del viento en  $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$

A continuación, se obtiene el esfuerzo específico producido por el viento que será:

$$F_v = K * q * C_f * F$$

Donde

$F_v$  es el esfuerzo específico producido por el viento en  $\left[\frac{\text{kgf}}{\text{m} \cdot \text{mm}^2}\right]$

K el coeficiente que contemplará la desigualdad de la velocidad del viento a lo largo del vano en cuestión. Si  $V < 30 \left[ \frac{m}{s} \right]$  entonces  $K=0,85$ ; si  $V > 30 \left[ \frac{m}{s} \right]$  entonces  $K=0,75$ .

F es la superficie sobre la que actúa el viento perpendicular a su dirección en  $[m^2]$  ( $A=\Phi$ )

Cf el coeficiente de forma aerodinámica obtenido de la siguiente imagen

Elemento estructural	Coefficiente C
Conductores y cable de guardia	1.1
Elementos cilíndricos de estructura	0.7
Postes dobles de madera, de caños tubulares de acero, de hormigón armado de sección circular (x)	
a) En el plano de la estructura:	
Parte de la estructura expuesta al viento	0.7
Parte de la estructura en la sombra del viento:	
1) Para $a < 2$ dm.	---
2) Para $a = 2$ dm. hasta $a = 6$ dm.	0.35
3) Para $a > 6$ dm.	0.7
b) Normal al plano de la estructura, siendo la distancia al eje $a < 2$ dm.	0.8
Elementos planos de estructuras	1.4

### -ESFUERZOS ESPECÍFICOS COMBINADOS SOBRE EL CONDUCTOR

El conductor neutro portante estará sometido al esfuerzo provocado por el peso propio del cable y al generado por el viento que se tendrá en la zona. Por lo cual, la carga resultante se determina de la siguiente manera:

$$P = \sqrt{Fc^2 + Fv^2}$$

Donde

P es el esfuerzo específico combinado en  $\left[ \frac{kg}{m*mm^2} \right]$

Fc la masa específica del conductor por metro en  $\left[ \frac{kg}{m*mm^2} \right]$

Fv es el esfuerzo producido por el viento en  $\left[ \frac{kg}{m*mm^2} \right]$

### -VANO IDEAL DE REGULACIÓN

Cuando los vanos correspondientes a un tramo no son iguales se determina a efectos de cálculo, el denominado vano de regulación. Éste se utiliza para determinar la tensión uniforme que existe en los vanos de un conductor comprendidos entre dos apoyos de anclaje para cualquier condición de temperatura o de sobrecarga. Dicho vano se calcula empleando la siguiente expresión:

$$av = \sqrt{\frac{\sum(ai)^3}{\sum ai}}$$

Donde  $\sum ai$  es la sumatoria de todos los vanos que se encuentran entre puntos fijos en  $[m]$ . Se calculará entre puntos fijos, es decir entre terminales, retenciones dobles o angulares.

### -ECUACIÓN DE CAMBIO DE ESTADO

Cualquier conductor que estará soportado entre dos puntos describirá una catenaria, es decir, una curva en coseno hiperbólico. Como trabajar con ella hace que se tengan infinitos términos, se utiliza en reemplazo una parábola, pero es necesario que se determinen tres suposiciones, las cuales se mencionan a continuación:

- Soportes nivelados
- Vanos cortos
- El peso del conductor deberá estar uniformemente distribuido a lo largo del vano

La ecuación de cambio de estado quedará definida de la siguiente manera

$$\sigma_2^2 * (\sigma_2 + A) = B$$

Donde

$$A = E * \alpha * (T_2 - T_1) - \sigma_1 + \frac{E * av^2 * P_1^2}{24 * \sigma_1^2}$$

$$B = \frac{E * av^2 * P_2^2}{24}$$

Donde

E es el módulo de elasticidad en  $\left[\frac{kg}{mm^2}\right]$

$\alpha$  es el coeficiente de dilatación térmica en  $\left[\frac{1}{^\circ C}\right]$

av el vano ideal de regulación en  $[m]$

T es la temperatura en  $[^\circ C]$

P el esfuerzo combinado en  $\left[\frac{kg}{m*mm^2}\right]$

$\sigma$  la tensión mecánica del conductor en  $\left[\frac{kg}{mm^2}\right]$

Los parámetros con subíndice 1 hacen referencia al estado que se conoce mientras que, los parámetros que tengan subíndice 2, hacen referencia al estado que se quiere obtener.

## -FLECHA

La misma representará el punto más bajo del cable o conductor en un vano determinado. Para calcularla se utilizará la expresión

$$f = \frac{P * ar^2}{8 * \sigma}$$

Donde

f es la flecha en el estado considerado en [m]

P es el esfuerzo combinado en el estado considerado en  $\left[\frac{kg}{m*mm^2}\right]$

ar el vano real más desfavorable [m]

$\sigma$  la tensión mecánica en el estado considerado en  $\left[\frac{kg}{mm^2}\right]$

Se debe aclarar que, el valor de la flecha que se utilizará, será el calculado con la máxima temperatura (estado 1), debido a que no tendrá en cuenta la acción del viento y es el caso más desfavorable. Esto es así, porque cuando se tiene en cuenta la acción del viento, el valor de dicha flecha tiene la dirección de la resultante de la composición de esfuerzos y no una dirección perpendicular al suelo.

## -VANO CRÍTICO

El mismo, es el encargado de determinar las condiciones más críticas a las que estará sometida la línea. Para calcularlo se utilizará la ecuación siguiente:

$$a_{cri} = \sigma_{max} * Sr * \sqrt{\frac{24 * \alpha * (T_j - T_i)}{P_j^2 - P_i^2}}$$

Donde

$a_{cri}$  es el vano crítico en [m]

$\sigma_{max}$  es la tensión mecánica máxima en  $\left[\frac{kg}{mm^2}\right]$

Sr es la sección del conductor en  $[mm^2]$

$\alpha$  el coeficiente de dilatación térmica en  $\left[\frac{1}{^\circ C}\right]$

T la temperatura en [°C]

P es el esfuerzo específico combinado en  $\left[\frac{kg}{m*mm^2}\right]$

Los parámetros con subíndices “j” corresponderán al estado de mínima temperatura y los que tendrán subíndice “i” harán referencia a los de máxima carga (viento máximo).

Por último, la comparación entre el vano ideal de regulación y el vano crítico nos permitirá saber qué estado de carga es el más desfavorable para la línea. Es decir que, si el vano ideal de regulación es menor al vano crítico, el estado más desfavorable será el de mínima temperatura, en cambio si es mayor predominará el estado de viento máximo. Por utilizar conductores de al/Al, el reglamento permite una tensión máx. admisible de 4,6 [kg/mm<sup>2</sup>], para el estado de temperatura media anual (Estado 5) sin elementos antivibratorios. Por lo tanto, se utilizaron las ecuaciones anteriormente mencionadas, tomando como estado inicial, el Estado 5.

En el anexo se encuentran los resultados obtenidos.

### -TABLA DE TENDIDO

La tabla de tendido se realiza para cada tramo entre dos retenciones de una línea. Se realizaron las siguientes tablas, para una mejor apreciación de las flechas para distintas temperaturas con las siguientes características

- Se realiza sin viento.
- Cada 5°C, entre 10°C y 20°C; cada 2°C, entre 20°C y 30°C; y cada 5°C, entre 30°C y la máx. temperatura (45°C).

A continuación, se muestran todos los cálculos realizados:

<b>Datos del conductor</b>	
Formación (cantidad de hilos)	7
Diámetro exterior (mm)	37
Sección real (mm <sup>2</sup> )	50,14
Peso (kg/m)	1,36
Resistencia (ohm/km)	0,952
Carga de rotura	1405
Corriente máx admitida (A)	200
Módulo de elasticidad (E) (kg/mm <sup>2</sup> )	6000

Coefficiente de dilatación (1/°C)	0,000023
-----------------------------------	----------

<b>Cálculo de vano ideal de regulación (TRAMO 2)</b>		
Tramo	Vano (m)	Vano al cubo (m3)
2-a	33	35937
2-b	30	27000
2-c	32	32768
Vano ideal de regulación		31,73

<b>Cálculo de vano ideal de regulación (TRAMO 3)</b>		
Tramo	Vano (m)	Vano al cubo (m3)
3-a	30	27000
3-b	35	42875
3-c	31	29791
Vano ideal de regulación		32,22

<b>Cálculo de vano ideal de regulación (TRAMO 1 Y 4)</b>		
Tramo	Vano (m)	Vano al cubo (m3)
1	28	21952
4	28	21952
Vano ideal de regulación		28

<b>Cálculo de vano ideal de regulación (TRAMO 5, 6 Y 7)</b>		
Tramo	Vano (m)	Vano al cubo (m <sup>3</sup> )
5	12	1728
6	12	1728
7	12	1728
Vano ideal de regulación		12

<b>Cálculo del vano crítico (tramo 2)</b>	
Esfuerzo máximo	7,26
Sección real	50,14
Coefficiente de dilatación	0,000023
Temp. estado máx viento	10
Temp. estado min temp.	-15
Carga con 120km/h	2,359
Carga con -15°C	1,36
Vano crítico	22,19

<b>Cálculo del vano crítico (tramo 3)</b>	
Esfuerzo máximo	7,27
Sección real	50,14
Coefficiente de dilatación	0,000023
Temp. estado máx viento	10
Temp. estado min temp.	-15
Carga con 120km/h	2,359
Carga con -15°C	1,3600
Vano crítico	22,22

<b>Cálculo del vano crítico (tramo 5,6,7)</b>	
Esfuerzo máximo	8,04
Sección real	50,14
Coefficiente de dilatación	0,000023
Temp. estado máx viento	10
Temp. estado min temp.	-15
Carga con 120km/h	2,359
Carga con -15°C	1,36
Vano crítico	24,57

<b>Cálculo del vano crítico (tramo 1 y 4)</b>	
Esfuerzo máximo	7,13
Sección real	50,14
Coefficiente de dilatación	0,000023
Temp. estado máx viento	10
Temp. estado min temp.	-15
Carga con 120km/h	2,359
Carga con -15°C	1,3600
Vano crítico	21,79

<b>Determinación de cargas específicas</b>					
<b>Debido al peso del conductor</b>					
	Estado I	Estado II	Estado III	Estado IV	Estado V
Peso del conductor (kg/m)	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36
<b>Debido a la presión del viento</b>					
	Estado I	Estado II	Estado III	Estado IV	Estado V
K, coef. p/ desigualdad del viento			0,75	0,85	
C, coef de presión dinámica			1	1	
Velocidad del viento (m/s)	0	0	33,33	13,89	0
q, presión dinámica debido al viento (kg/m <sup>2</sup> )	0,00	0,00	69,44	12,06	0,00
F, superficie expuesta normal al viento (m <sup>2</sup> )			0,03700	0,03700	
Presion del viento (kg/m)	0	0	1,9271	0,3792	0
Carga combinada (kg/m)	1,36	1,36	2,359	1,412	1,36



A continuación, se muestran las tablas de tendido para los diferentes vanos.

Tabla de tendido (tramo 2)			Vano	33m		
Temp (°C)	Tensión (kgf/mm <sup>2</sup> )	Tiro (kg)	Flecha (m)	t 10 reto (s)	A	B
10	4,78	239,68	0,772	15,9	3,329	185,295
15	4,63	232,09	0,798	16,1	4,019	185,295
20	4,49	225,05	0,823	16,4	4,709	185,295
22	4,44	222,38	0,833	16,5	4,985	185,295
24	4,38	219,78	0,842	16,6	5,261	185,295
26	4,33	217,25	0,852	16,7	5,399	185,295
28	4,28	214,8	0,862	16,8	5,813	185,295
30	4,24	212,41	0,872	16,9	6,089	185,295
35	4,12	206,71	0,896	17,1	6,779	185,295
40	4,02	201,39	0,919	17,3	7,469	185,295
45	3,92	196,41	0,943	17,5	8,159	185,295

Tabla de tendido (tramo 2)			Vano	30m		
Temp (°C)	Tensión (kgf/mm <sup>2</sup> )	Tiro (kg)	Flecha (m)	t 10 reto (s)	A	B
10	4,78	239,68	0,638	14,4	3,329	185,295
15	4,63	232,09	0,659	14,7	4,019	185,295
20	4,49	225,05	0,68	14,9	4,709	185,295
22	4,44	222,38	0,684	15	4,985	185,295
24	4,38	219,78	0,696	15,1	5,261	185,295
26	4,33	217,25	0,704	15,2	5,399	185,295
28	4,28	214,8	0,712	15,2	5,813	185,295
30	4,24	212,41	0,72	15,3	6,089	185,295
35	4,12	206,71	0,74	15,5	6,779	185,295
40	4,02	201,39	0,76	15,7	7,469	185,295
45	3,92	196,41	0,779	15,9	8,159	185,295

Tabla de tendido (tramo 2)			Vano	32m		
Temp (°C)	Tensión (kgf/mm <sup>2</sup> )	Tiro (kg)	Flecha (m)	t 10 reto (s)	A	B
10	4,78	239,68	0,726	15,4	3,329	185,295
15	4,63	232,09	0,75	15,6	4,019	185,295
20	4,49	225,05	0,774	15,8	4,709	185,295
22	4,44	222,38	0,76	15,8	4,985	185,295
24	4,38	219,78	0,79	15,9	5,261	185,295
26	4,33	217,25	0,801	16,2	5,399	185,295
28	4,28	214,8	0,81	16,3	5,813	185,295
30	4,24	212,41	0,82	16,3	6,089	185,295
35	4,12	206,71	0,84	16,6	6,779	185,295
40	4,02	201,39	0,864	16,8	7,469	185,295
45	3,92	196,41	0,886	17	8,159	185,295

Tabla de tendido (tramo 3)			Vano	30m		
Temp (°C)	Tensión (kgf/mm <sup>2</sup> )	Tiro (kg)	Flecha (m)	t 10 reto (s)	A	B
10	4,78	239,46	0,639	14,4	3,596	190,941
15	4,63	232,06	0,65	14,7	4,286	190,941
20	4,49	225,18	0,67	14,9	4,976	190,941
22	4,44	222,57	0,687	15	5,252	190,941
24	4,39	220,02	0,695	15,1	5,528	190,941
26	4,34	217,55	0,703	15,1	5,804	190,941
28	4,29	215,15	0,711	15,2	6,08	190,941
30	4,24	212,81	0,719	15,3	6,356	190,941
35	4,13	207,22	0,738	15,5	7,046	190,941
40	4,03	202	0,757	15,7	7,736	190,941
45	3,93	197,1	0,776	15,9	8,426	190,941

Tabla de tendido (tramo 3)			Vano	35m		
Temp (°C)	Tensión (kgf/mm <sup>2</sup> )	Tiro (kg)	Flecha (m)	t 10 reto (s)	A	B
10	4,78	239,46	0,87	16,8	3,596	190,941
15	4,63	232,06	0,897	17,1	4,286	190,941
20	4,49	225,18	0,925	17,4	4,976	190,941
22	4,44	222,57	0,936	17,5	5,252	190,941
24	4,39	220,02	0,946	17,6	5,528	190,941
26	4,34	217,55	0,957	17,7	5,804	190,941
28	4,29	215,15	0,968	17,8	6,08	190,941
30	4,24	212,81	0,979	17,9	6,356	190,941
35	4,13	207,22	1,005	18,1	7,046	190,941
40	4,03	202	1,031	18,3	7,736	190,941
45	3,93	197,1	1,057	18,6	8,426	190,941

Tabla de tendido (tramo 3)			Vano	31m		
Temp (°C)	Tensión (kgf/mm <sup>2</sup> )	Tiro (kg)	Flecha (m)	t 10 reto (s)	A	B
10	4,78	239,46	0,682	14,9	3,596	190,941
15	4,63	232,06	0,704	15,2	4,286	190,941
20	4,49	225,18	0,726	15,4	4,976	190,941
22	4,44	222,57	0,734	15,5	5,252	190,941
24	4,39	220,02	0,743	15,6	5,528	190,941
26	4,34	217,55	0,751	15,6	5,804	190,941
28	4,29	215,15	0,759	15,7	6,08	190,941
30	4,24	212,81	0,768	15,8	6,356	190,941
35	4,13	207,22	0,788	16	7,046	190,941
40	4,03	202	0,809	16,2	7,736	190,941
45	3,93	197,1	0,829	16,4	8,426	190,941

Tabla de tendido (tramo 1 y 4)			Vano	28m		
Temp (°C)	Tensión (kgf/mm <sup>2</sup> )	Tiro (kg)	Flecha (m)	t 10 reto (s)	A	B
10	4,82	241,68	0,551	13,4	1,387	144,2
15	4,64	232,4	0,573	13,7	2,077	144,2
20	4,47	223,89	0,595	13,9	2,767	144,2
22	4,4	220,68	0,604	14	3,043	144,2
24	4,34	217,57	0,613	14,1	3,319	144,2
26	4,28	214,57	0,621	14,2	3,595	144,2
28	4,22	211,66	0,63	14,3	3,871	144,2
30	4,17	208,84	0,638	14,4	4,147	144,2
35	4,03	202,18	0,659	14,7	4,873	144,2
40	3,91	196,01	0,68	14,9	5,521	144,2
45	3,8	190,29	0,7	15,1	6,217	144,2

Tabla de tendido (tramo 5,6 y 7)			Vano	12m		
Temp (°C)	Tension (kgf/mm <sup>2</sup> )	Tiro (kg)	Flecha (m)	t 10 reto (s)	A	B
10	5,17	259,12	0,094	5,6	-4,17	26,486
15	4,69	235,17	0,104	5,8	-3,48	26,486
20	4,26	213,47	0,115	6,1	-2,79	26,486
22	4,1	205,46	0,119	6,2	-2,52	26,486
24	3,95	197,83	0,124	6,4	-2,24	26,486
26	3,8	190,6	0,128	6,5	-1,96	26,486
28	3,66	183,74	0,133	6,6	-1,69	26,486
30	3,54	177,26	0,138	6,7	-1,41	26,486
35	3,24	162,64	0,151	7	-0,72	26,486
40	2,99	150,07	0,163	7,3	-0,03	26,486
45	2,78	139,29	0,176	7,6	0,65	26,486

Se muestran ahora, las tablas de estado correspondientes a cada tramo:

**Tabla de Estados (TRAMO 2)**

	Módulo elasticidad (E) (kg/mm <sup>2</sup> )	Coefficiente de dilatación (1/°C)	Temperatura °C	Temperatura 2 °C	Carga Combinada (p) (kg/m)	Vano ideal (a) [mm <sup>2</sup> ]	Sección Real [mm <sup>2</sup> ]	Sigma (Kg/mm <sup>2</sup> )	A	B	Sigma (kg/mm <sup>2</sup> )	T (kg)	Flecha (33)	Flecha (30)	Flecha (32)
Estado I	6000	0,000023	45	16	1,36	31,74	50,14	4,6	8,16	185,29	3,92	196,55	0,94	0,78	0,89
Estado II	6000	0,000023	-15	16	1,36	31,74	50,14	4,6	-0,12	185,29	5,74	287,80	0,53	0,53	0,60
Estado III	6000	0,000023	10	16	2,359	31,74	50,14	4,6	3,33	557,33	7,26	364,02	0,73	0,73	0,83
Estado IV	6000	0,000023	-5	16	1,412	31,74	50,14	4,6	1,26	199,70	5,45	273,26	0,58	0,58	0,66
Estado V	6000	0,000023	16	16	1,36	31,74	50,14	4,6	4,16	185,29	4,6	230,64	0,66	0,66	0,75

**Tabla de Estados (TRAMO 3)**

	Módulo elasticidad (E) (kg/mm <sup>2</sup> )	Coefficiente de dilatación (1/°C)	Temperatura °C	Temperatura 2 °C	Carga (Ro) (kg/m)	Vano ideal (a) (m)	Sección Real [mm <sup>2</sup> ]	Sigma (kg/mm <sup>2</sup> )	A	B	Sigma (kg/mm <sup>2</sup> )	Flecha (30)	Flecha (35)	Flecha (31)
Estado I	6000	0,000023	45	16	1,36	32,22	50,14	4,6	8,43	190,95	3,93	0,78	1,06	0,83
Estado II	6000	0,000023	-15	16	1,36	32,22	50,14	4,6	0,15	190,95	5,71	0,53	0,73	0,57
Estado III	6000	0,000023	10	16	2,359	32,22	50,14	4,6	3,60	574,35	7,27	0,73	0,99	0,78
Estado IV	6000	0,000023	-5	16	1,412	32,22	50,14	4,6	1,53	205,80	5,44	0,58	0,79	0,62
Estado V	6000	0,000023	16	16	1,36	32,22	50,14	4,6	4,42	190,95	4,6	0,66	0,90	0,71

**Tabla de Estados (TRAMO 5,6 y 7)**

	Módulo elasticidad (E) (kg/mm <sup>2</sup> )	Coefficiente de dilatación (1/°C)	Temperatura °C	Temperatura 2 °C	Carga (Ro) (kg/m)	Vano ideal (a) (m)	Sección Real [mm <sup>2</sup> ]	Sigma (Kg/mm <sup>2</sup> )	A	B	Sigma (kg/mm <sup>2</sup> )	Flecha (12)
Estado I	6000	0,000023	45	16	1,36	12,00	50,14	4,6	0,65	26,49	2,78	0,18
Estado II	6000	0,000023	-15	16	1,36	12,00	50,14	4,6	-7,63	26,49	8,04	0,06
Estado III	6000	0,000023	10	16	2,359	12,00	50,14	4,6	-4,18	79,66	6,23	0,14
Estado IV	6000	0,000023	-5	16	1,412	12,00	50,14	4,6	-6,25	28,54	6,85	0,07
Estado V	6000	0,000023	16	16	1,36	12,00	50,14	4,6	-3,35	26,49	4,6	0,11

**Tabla de Estados (TRAMO 1 y 4)**

	Módulo elasticidad (E) (kg/mm <sup>2</sup> )	Coefficiente de dilatación (1/°C)	Temperatura °C	Temperatura 2 °C	Carga (Ro) (kg/m)	Vano ideal (a) (m)	Sección Real [mm <sup>2</sup> ]	Sigma (Kg/mm <sup>2</sup> )	A	B	Sigma (kg/mm <sup>2</sup> )	Flecha (28)
Estado I	6000	0,000023	45	16	1,36	28,00	50,14	4,6	6,22	144,20	3,87	0,69
Estado II	6000	0,000023	-15	16	1,36	28,00	50,14	4,6	-2,06	144,20	6,03	0,44
Estado III	6000	0,000023	10	16	2,359	28,00	50,14	4,6	1,39	433,73	7,13	0,65
Estado IV	6000	0,000023	-5	16	1,412	28,00	50,14	4,6	-0,68	155,41	5,61	0,49
Estado V	6000	0,000023	16	16	1,36	28,00	50,14	4,6	2,21	144,20	4,6	0,58

## CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

Las estructuras que se utilizarán para la red de baja tensión serán sostenes y terminales de hormigón armado.

En los cruces de líneas, se deberá respetar una distancia vertical mínima de 0,3 [m] para evitar daños mecánicos en los cables involucrados, como por ejemplo rozamientos y desplazamientos entre ellos. Por lo tanto, se utilizarán postes con una altura 0,5 [m] mayor.

Se debe mencionar que, el proceso de cálculo para la selección de las estructuras será iterativo, es decir que se preseleccionará un poste y se verificará si cumple o no con los requisitos. Si cumple, quedará definida la estructura, pero en caso de que no se deberá realizar el proceso de cálculo de nuevo.

### SOSTÉN

Las estructuras sostenes (S) no soportarán tiros y serán las encargadas de la sujeción de los cables de las líneas en tramos rectos. Para su elección, se tendrá en cuenta la sección del conductor y se seleccionarán los semivanos adyacentes más largos.

### A-DATOS DE LOS POSTES SELECCIONADOS

Se deberá determinar el diámetro de la base mediante la ecuación

$$\varnothing b = (1,5 * hp) + \varnothing c$$

Donde

$\varnothing b$  es el diámetro de la base en [cm]

hp es la altura del poste en [m]

$\varnothing c$  es el diámetro en la cima en [cm]

Los datos se obtuvieron de catálogo y son los siguientes:

Tipo de poste	Carga de rotura	Altura	Peso	Diámetro en la base (m)	Diámetro en la cima (m)
8 / 450	450	8	525	0,26	0,14

## B-DATOS DE LOS CONDUCTORES

Sección (mm <sup>2</sup> )	Sección real del neutro	Peso (kg/m)	Diámetro exterior (mm)
3x95+50+25	50,14	1,36	37

## C-DATOS DE LUMINARIAS Y BRAZO DE ALUMBRADO PÚBLICO

Las luminarias tendrán las siguientes características:

Datos luminaria				
Ancho (mm)	Largo (mm)	Alto (mm)	Peso (kg)	Distancia desde el poste a la luminaria (m)
250	590	92	5,5	3,5

El brazo curvo de alumbrado público contará con las siguientes dimensiones:

Datos brazo alumbrado público					
Diámetro nominal (pulg)	Diámetro exterior (mm)	Peso (kg/m)	Largo brazo (m)	Altura proyectada	Distancia desde el poste al centro (m)
2,2	60,5	4,5	5,15	2,1	1,8

## D-ECUACIONES DE CÁLCULO

### 1-ALTURA LIBRE MÍNIMA

Los conductores de las líneas tendidas con su mayor flecha y cargados uniformemente, es necesario que mantengan a lo largo de los vanos una altura mínima (hl).

En calles interiores y terrenos libres, dicha distancia vertical será de 5 [m] como mínimo.

Las estructuras sostenes irán empotradas directamente en el terreno. Para poder realizar esto, es necesario superar un empotramiento mínimo el cual se determinará mediante la siguiente fórmula

$$e_{min} = \frac{hp}{10} + 0,6$$

Donde

$e_{min}$  es el empotramiento mínimo en [m]

$h_p$  es la altura del poste en [m]

Con el valor del empotramiento mínimo, se deberá adoptar un valor mayor, es decir que se deberá cumplir la siguiente condición:

$$e_{ad} \geq e_{min}$$

La altura del poste deberá cumplir con la siguiente desigualdad:

$$h_p - e_{ad} - f \geq h_l$$

Donde

$h_p$  es la altura del poste en [m]

$e_{ad}$  el empotramiento adoptado en [m]

$f$  la flecha vertical máxima en [m], en el estado 1

$h_l$  la altura libre mínima en [m], siendo  $h_l=5$

Tipo de sostén	Empotramiento mínimo (m)	Empotramiento adoptado (m)	Flecha (m)	Altura libre del poste (m)	Altura libre mínima (m)
8 R 450	1,4	1,6	1,06	6,40	5,34
8 R 450 (A.P)	1,4	1,6	1,06	6,40	5,34

## 2-ESFUERZOS PRODUCIDOS POR EL VIENTO EN EL CONDUCTOR

Primero es necesario obtener la presión dinámica del viento mediante la fórmula:

$$q = \frac{V^2}{16}$$

Donde

$q$  es la presión dinámica del viento en  $\left[\frac{kgf}{m^2}\right]$

$V$  la velocidad del viento en  $\left[\frac{m}{s}\right]$

A continuación, se obtendrá el esfuerzo producido por el viento, mediante la ecuación siguiente:

$$F_{vc} = N^{\circ} \text{ cables} * q * K * C_f * A$$

Donde

$F_{vc}$  es la fuerza del viento sobre el cable en [kgf]

$K$  es el coeficiente que contemplará la desigualdad de la velocidad del viento a lo largo del vano. Si  $V < 30 \left[\frac{m}{s}\right]$  entonces  $K=0,85$ ; si  $V > 30 \left[\frac{m}{s}\right]$  entonces  $K=0,75$ .

A la superficie del cable expuesta al viento en  $[m^2]$

Siendo

$$A = \varnothing * \frac{(ar_1 + ar_2)}{2}$$

$\varnothing$  es el diámetro exterior del cable en  $[m]$

$ar_1$  y  $ar_2$  los vanos reales adyacentes en  $[m]$

$C_f$  el coeficiente de forma aerodinámica obtenido mediante la siguiente imagen

Elemento estructural	Coefficiente C
Conductores y cable de guardia	1.1
Elementos cilíndricos de estructura	0.7
Postes dobles de madera, de caños tubulares de acero, de hormigón armado de sección circular (x)	
a) En el plano de la estructura:	
Parte de la estructura expuesta al viento	0.7
Parte de la estructura en la sombra del viento:	
1) Para $a < 2$ dm.	---
2) Para $a = 2$ dm. hasta $a = 6$ dm.	0.35
3) Para $a > 6$ dm.	0.7
b) Normal al plano de la estructura, siendo la distancia al eje $a < 2$ dm.	0.8
Elementos planos de estructuras	1.4

### 3-ESFUERZOS PRODUCIDOS POR EL VIENTO SOBRE EL POSTE

Se debe obtener con anterioridad la presión dinámica del viento utilizando la ecuación siguiente

$$q = \frac{V^2}{16}$$

Donde

$q$  es la presión dinámica del viento en  $\left[\frac{kgf}{m^2}\right]$

$V$  es la velocidad del viento en  $\left[\frac{m}{s}\right]$

Se determinará el esfuerzo específico producido por el viento con la expresión:

$$F_{vp} = K * q * C_f * A$$

Donde

$F_{vp}$  es la fuerza del viento sobre el poste en  $[kgf]$

$K$  es el coeficiente que contemplará la desigualdad de la velocidad del viento a lo largo del vano. En este caso  $K=1$ .

$A$  es la superficie del poste expuesta al viento en  $[m^2]$

siendo



$$A = \frac{(2 * \phi_c) + \phi_b}{6} * hlp$$

$$hlp = hp - e_{ad}$$

Donde

hlp es la altura libre del poste en [m]

hp la altura del poste en [m]

e<sub>ad</sub> el empotramiento adoptado en [m]

ϕ<sub>c</sub> el diámetro en la cima del poste en [m]

ϕ<sub>b</sub> es el diámetro en la base del poste en [m]

Cf el coeficiente de forma aerodinámica obtenido de la siguiente imagen

Elemento estructural	Coefficiente C
Conductores y cable de guardia	1.1
Elementos cilíndricos de estructura	0.7
Postes dobles de madera, de caños tubulares de acero, de hormigón armado de sección circular (x)	
a) En el plano de la estructura:	
Parte de la estructura expuesta al viento	0.7
Parte de la estructura en la sombra del viento:	
1) Para a < 2 dm.	---
2) Para a = 2 dm. hasta a = 6 dm.	0.35
3) Para a > 6 dm.	0.7
b) Normal al plano de la estructura, siendo la distancia al eje a < 2 dm.	0.8
Elementos planos de estructuras	1.4

#### 4-ESFUERZOS PRODUCIDOS POR EL VIENTO SOBRE EL BRAZO

Para determinar el esfuerzo producido por el viento sobre el brazo del alumbrado público, primero se obtendrá la presión dinámica del viento

$$q = \frac{V^2}{16}$$

Donde

q es la presión dinámica del viento en  $\left[\frac{kgf}{m^2}\right]$

V es la velocidad del viento en  $\left[\frac{m}{s}\right]$

Considerando la presión dinámica se determina el esfuerzo producido por el viento, con la fórmula:

$$Fvb = K * q * Cf * A$$

Donde

Fvb es la fuerza del viento sobre el brazo en [kgf]

K es el coeficiente que contemplará la desigualdad de la velocidad del viento a lo largo del vano. En este caso  $K=1$ .

A es la superficie expuesta al viento en  $[m^2]$

siendo

$$A = \phi_{br} * h_{proy}$$

$\phi_{br}$  el diámetro del brazo en  $[m]$

$h_{proy}$  es la altura proyectada en  $[m]$

Cf el coeficiente de forma aerodinámica obtenido de la siguiente imagen

Elemento estructural	Coefficiente C
Conductores y cable de guardia	1.1
Elementos cilíndricos de estructura	0.7
Postes dobles de madera, de caños tubulares de acero, de hormigón armado de sección circular (x)	
a) En el plano de la estructura:	
Parte de la estructura expuesta al viento	0.7
Parte de la estructura en la sombra del viento:	
1) Para $a < 2$ dm.	---
2) Para $a = 2$ dm. hasta $a = 6$ dm.	0.35
3) Para $a > 6$ dm.	0.7
b) Normal al plano de la estructura, siendo la distancia al eje $a < 2$ dm.	0.8
Elementos planos de estructuras	1.4

Por último, el esfuerzo calculado es necesario referirlo a la cima del poste, por lo cual, se realizará mediante la siguiente fórmula:

$$Fvbr = Fvb * \frac{h_{cima}}{h_p}$$

Donde Fvbr es la fuerza del viento sobre el brazo referida a la cima del poste en  $[kgf]$

$h_p$  la altura libre del poste en  $[m]$

$h_{cima}$  la altura del brazo por encima del poste en  $[m]$

$$h_{cima} = h_p + h_{proy}$$

## 5-ESFUERZOS PRODUCIDOS POR EL VIENTO SOBRE LA LUMINARIA

Para determinar el esfuerzo producido por el viento sobre la luminaria, primero se obtendrá la presión dinámica del viento:

$$q = \frac{V^2}{16}$$

Donde

$q$  es la presión dinámica del viento en  $\left[\frac{kgf}{m^2}\right]$

$V$  es la velocidad del viento en  $\left[\frac{m}{s}\right]$

El esfuerzo producido por el viento, se obtendrá mediante la ecuación

$$Fvlum' = K * q * Cf * A$$

Donde

$Fvlum'$  es la fuerza del viento sobre la luminaria en  $[kgf]$

$K$  es el coeficiente que contemplará la desigualdad de la velocidad del viento a lo largo del vano. En este caso  $K=1$ .

$A$  es la superficie expuesta al viento en  $[m^2]$

siendo

$$A = A_{lum} * L_{lum}$$

$A_{lum}$  el alto de la luminaria en  $[m]$

$L_{lum}$  es el largo de la luminaria en  $[m]$

$Cf$  el coeficiente de forma aerodinámica obtenido de la siguiente imagen

Elemento estructural	Coefficiente C
Conductores y cable de guardia	1.1
Elementos cilíndricos de estructura	0.7
Postes dobles de madera, de caños tubulares de acero, de hormigón armado de sección circular (x)	
a) En el plano de la estructura:	
Parte de la estructura expuesta al viento	0.7
Parte de la estructura en la sombra del viento:	
1) Para $a < 2$ dm.	---
2) Para $a = 2$ dm. hasta $a = 6$ dm.	0.35
3) Para $a > 6$ dm.	0.7
b) Normal al plano de la estructura, siendo la distancia al eje $a < 2$ dm.	0.8
Elementos planos de estructuras	1.4

Se procede a referir el esfuerzo obtenido a la cima del poste y, para realizarlo se utilizará la fórmula siguiente

$$Fvlum = Fvlum' * \frac{h_{cima}}{h_p}$$

Donde

$Fvlum$  es la fuerza del viento sobre la luminaria referida a la cima del poste en  $[kgf]$

$h_p$  la altura libre del poste en  $[m]$

$h_{cima}$  la altura del brazo por encima del poste en  $[m]$

$$h_{cima} = h_p + h_{proy}$$

$h_{proy}$  es la altura proyectada en  $[m]$

## 6- ESFUERZOS PRODUCIDOS POR EL VIENTO EN LOS ACCESORIOS

Se considerará un valor estimativo de 5 [kg].

## 7- ESFUERZOS TOTAL PRODUCIDO EN LA CIMA DEL POSTE

Para determinar cuál es la fuerza total producida por el viento, se deberán sumar todos los esfuerzos calculados anteriormente.

$$FvT = Fvc + Fvp + Fvbr + Fvlum + Fvacc$$

## 8-RESULTANTE DE ESFUERZOS EN LA CIMA DEL POSTE DESDE LA BASE

Para determinar dicha resultante de los esfuerzos que afectarán al poste, se utilizará la ecuación de momentos, obteniendo la resultante de esfuerzos en la cima del poste ( $RvT$ ):

$$FvT * h_p + Pbr * dbr + Plum * dlum = RvT * h_p$$

Donde

$dbr$  es la distancia desde el poste al centro del brazo en [m]

$Pbr$  es el peso del brazo en [kg]

$Plum$  es el peso de la luminaria en [kg]

$dlum$  es la distancia desde el poste a la luminaria en la dirección horizontal en [m]

$h_p$  es la altura libre del poste en [m]

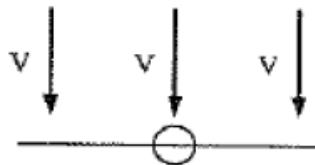
## 9-VERIFICACIÓN A LA ROTURA DEL POSTE

El coeficiente de seguridad a cumplir por los postes de hormigón armado deberá ser mayor o igual a 2.

$$Cs = \frac{\delta_{rot}}{RvT} \geq 2$$

## E- HIPÓTESIS DE CÁLCULO MAS DESFAVORABLE

Hipótesis 1a: “Carga del viento máximo en dirección perpendicular a la línea, sobre cables en ambos semi-vanos adyacentes, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios.”



## F-FUNDACIÓN

### 1-DATOS DEL TERRENO

Datos terreno						
Tipo de suelo	Categoría	Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	Presión admisible (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente fricción	Ángulo tierra gravante	Índice de compresibilidad (kg/cm <sup>3</sup> )
Arcilla media dura	C	1700	1,8	0,4	8	6

### 2-DIMENSIONAMIENTO DE LA FUNDACIÓN

Es necesario realizar la verificación mediante el método de Sulzberger debido a que el loteo se encuentra en terreno rígido (tiene una presión admisible mayor a uno).

Las estructuras que no soportarán el equipamiento de AP, se encontrarán directamente empotradas en el terreno; es por esto que, no contarán con fundación de macizo de hormigón simple. Mientras que, las estructuras que soportarán al equipamiento de AP y a los alimentadores, estarán directamente empotrados en el terreno con suelo cemento.

### 3-CÁLCULO DE PESOS

*-Peso del conductor:* Para el cálculo del peso del conductor, se utilizará la siguiente fórmula

$$G_c = N^{\circ} \text{ cables} * M * \frac{ar_1 + ar_2}{2}$$

Donde

$G_c$  es el peso del conductor en [kg]

$M$  es la masa específica del conductor por metro en  $\left[\frac{kg}{m}\right]$

$ar_1$  y  $ar_2$  son los vanos reales más desfavorable en [m]

*-Peso del poste:* Dicho dato se obtiene de catálogo de fabricante

*-Peso del brazo:* Para calcular el peso del brazo que sostendrá a la luminaria para el alumbrado público, se utilizará la siguiente ecuación

$$G_{br} = M_{br} * L_{br}$$

Donde

$G_{br}$  es el peso del brazo en [m]

$M_{br}$  es el peso específico del brazo en [m]

$L_{br}$  es el largo del brazo en [m]

-Peso de la luminaria: Se obtiene de catálogo del fabricante

-Peso de los accesorios: Se determinará que este peso será de 10 [kg].

-Peso de la tierra gravante:

$$G_t = \frac{\pi * t}{3} * \gamma * (D^2 + D * de + de^2) - \frac{\pi * de^2}{4} * t$$

Donde

$G_t$  es el peso de la tierra gravante en [kg]

$\gamma$  es el peso específico del terreno en  $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

$t$  es la profundidad de la fundación adoptada en [m]

$D^2$  es el diámetro mayor de la fundación en [m]

$d^2$  es el diámetro menor de la fundación en [m]

-Peso total: Se deberán sumar todos los pesos calculados anteriormente

$$G_T = G_c + G_p + G_{br} + G_{lum} + G_{acc} + G_t$$

Donde

$G_T$  es el peso total en [kg]

$G_c$  es el peso del cable en [kg]

$G_p$  es el peso del poste en [kg]

$G_{br}$  es el peso del brazo en [kg]

$G_{lum}$  es el peso de la luminaria en [kg]

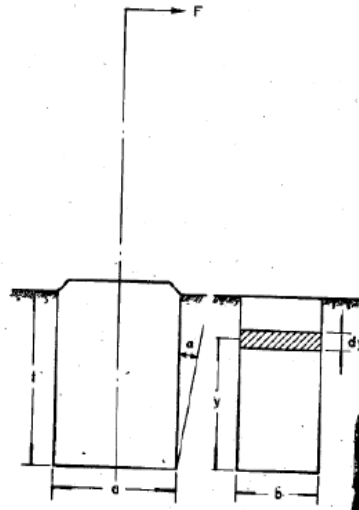
$G_{acc}$  es el peso de los accesorios en [kg]

$G_t$  es el peso de la tierra gravante en [kg]

#### 4- MÉTODO DE SULZBERGER

Este método se utilizará para verificar si el terreno es capaz de soportar los esfuerzos provocados por la estructura dentro de la fundación.

El método se aplicará cuando se tenga la situación que se muestra en la siguiente imagen



La fuerza (F) que aparece en la cima del poste, tiende a producir un momento de vuelco ( $M_v$ ). Cuando la tangente de alfa ( $tg(\alpha)$ ) sea menor o igual a 0,01, el terreno se comportará de manera elástica, es decir, aparecerán esfuerzos laterales y en el fondo, que tratarán de estabilizar al momento de vuelco producido. Dichos esfuerzos llevarán a la estructura a su posición original.

Por lo tanto, el método consistirá en verificar la siguiente desigualdad

$$M_s + M_b \geq S * M_v$$

Donde

$M_s$  es el momento de encastramiento lateral en [kgfm]

$M_b$  es el momento de reacción de fondo en [kgf]

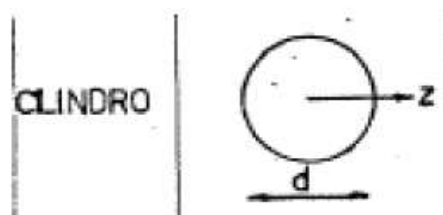
$M_v$  es el momento de vuelco en [kgf]

S es el coeficiente de relación entre los momentos estabilizantes obtenidos de tabla,

siendo  $S = \frac{M_s}{M_b}$  ( $1 \leq s \leq 1,5$ ).

$M_s / M_b$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$\delta_s$	1,50	1,38	1,31	1,26	1,20	1,15	1,11	1,07	1,04	1,01	1,00

Las estructuras estarán directamente empotradas en el terreno o directamente empotradas con suelo cemento. Se observa esto en la siguiente imagen



Para determinar qué fórmula se utilizará para el cálculo del momento de encastramiento lateral, se deberá calcular el siguiente valor:

$$tg(\alpha_1) = \frac{8,8 * \mu * G_T}{\phi_b * t^2 * C_t}$$

Donde

$\mu$  es el coeficiente de fricción entre el terreno y el hormigón

$G_T$  es el peso total en [kg]

$\phi_b$  es el diámetro del empotramiento en [m]

$C_t$  es el índice de compresibilidad en  $\left[\frac{kg}{cm^3}\right]$

$t$  es la profundidad adoptada de la fundación en [m]

El caso más desfavorable es cuando la  $tg(\alpha_1) \leq 0,01$  porque quiere decir, que la estructura podría pivotar en el baricentro de la fundación y no sobre el fondo. Por lo tanto, para calcular el momento de encastramiento lateral se utilizará la ecuación que se muestra a continuación:

$$M_s = \frac{\phi_b * t^3}{52,8} * C_t * tg(\alpha)$$

Donde

$tg(\alpha)$  es el valor hasta el cual Sulzberger asegura que el método verifica. En nuestro caso dicho valor será igual a 0,01.

Para determinar que fórmula se utilizará para el cálculo del momento de reacción del fondo, se deberá calcular el siguiente valor

$$tg(\alpha_2) = \frac{5,1 * G_T}{\phi_b^3 * C_b}$$

Donde

$C_b$  es el índice de compresibilidad en el fondo.

$\phi_b$  el diámetro del empotramiento en [m]

El caso más desfavorable es cuando la  $tg(\alpha_2) \leq 0,01$  porque quiere decir, que la estructura podría pivotar en el baricentro de la fundación y no sobre el fondo. Por lo tanto, para calcular el momento de reacción del fondo, se utilizará la fórmula siguiente:

$$M_b = \frac{\pi * \phi_b^2}{64} * C_b * tg(\alpha)$$



donde

$tg(\alpha)$  es el valor que asegura Sulzberger que el método verifica, Se tomará un valor igual a 0,01.

Para determinar el momento de vuelco ( $M_v$ ) se utilizará el esfuerzo que soportará en la cima el poste y como se estudiará el caso más desfavorable, se aplicará la expresión

$$M_v = FvT * \left( hlp + \frac{2}{3} * t \right)$$

Donde

$hlp$  es la altura libre del poste en [m]

$FvT$  es el esfuerzo total producido en la cima del poste en [kg]

$t$  es la profundidad adoptada en [m]

Para realizar el cálculo del momento de vuelco ( $M_v$ ) en el caso de las estructuras que sostendrán al equipamiento para el alumbrado público, se utilizará el esfuerzo resultante que soportará en la cima el poste, es decir que se aplicará la ecuación siguiente

$$M_v = RvT * \left( hlp + \frac{2}{3} * t \right)$$

Donde

$hlp$  es la altura libre del poste en [m]

$RvT$  es la resultante de esfuerzos en la cima del poste en [kgf]

## 5-VERIFICACIÓN AL HUNDIMIENTO

Se debe verificar que

$$\sigma = \frac{G_T - G_{tie}}{A} < \sigma_{adm}$$

para que el poste directamente enterrado no se hunda.

Donde

$A$  es el área de la base del empotramiento en [m<sup>2</sup>]

$$A = \frac{\pi * \phi_b^2}{4}$$

$\sigma_{adm}$  es la tensión admisible del terreno en  $\left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$

$G_T$  es el peso total en [kg]

$G_{tie}$  es el peso de la tierra gravante en [kg]

A continuación, se muestran todos los cálculos y verificaciones realizadas para las estructuras sostén en BT:

- ESTRUCTURA SOSTÉN 8R450

<b>Características del poste sostén</b>	
	metros
Diámetro en la cima (dc)	0,14
Diámetro empotramiento (de)	0,24
Diámetro en base	0,26
Altura libre mínima (hl-min)	5,34
Altura libre (hl)	6,40
Empotramiento (e)	1,60
Flecha máx (fmáx)	1,06
Altura poste (hp)	8,00
Altura poste elegida (m)	8
Fuerza que soporta el poste (kg)	450
Peso poste	525

<b>Sulzberger poste sostén</b>	
Cálculo del peso total	
Peso del poste -Gp- (kg)	525
Peso de accesorios -Ga- (kg)	10
Peso del conductor (kg)	44,88
Coef Fricc e/ terreno y hormigón -mu-	0,4
Índice de compresibilidad -Ct- (kg/cm <sup>3</sup> )	4,8
Ángulo de tierra gravante -beta- 8°	0,1396
Peso específico de la tierra -gamma- (kg/m <sup>3</sup> )	1700
Diámetro del empotramiento	0,24
Profundidad poste más prof. fundación -t- (m)	1,60
D	0,69
Peso de la tierra gravante -Gp- (kg)	489,58
Peso TOTAL (kg)	1069,46
Cálculo del pivot de la estructura	
Tangente de alfa1	0,000664
Momento de encastramiento lateral -Ms- (kg.cm)	87877,82
Tangente de alfa2	0,00024
Momento de fondo -Mb- (kg.m)	10095,70
Momento de vuelco -Mv- (kg.m)	85557,40
Cociente Ms/Mb	8,70
Coeficiente de seguridad -s-	1
Suma de -Ms- y -Mb-	97973,52
Momento de vuelco afectado por coef -s- (kg.cm)	85557,40
Verifico si el terreno resiste el peso de la estructura	

Presión admisible del terreno -sigma- (kg/cm <sup>2</sup> )	1,20
Presión de la estructura sobre el terreno (kg/cm <sup>2</sup> )	0,94

- ESTRUCTURA SOSTÉN 8R450 CON ALUMBRADO PÚBLICO:

Características del poste sostén	
	metros
Diámetro en la cima (dc)	0,14
Diámetro empotramiento (de)	0,24
Diámetro en base	0,26
Altura libre mínima (hl-min)	5,34
Altura libre (hl)	6,40
Empotramiento (e)	1,60
Flecha máx (fmáx)	1,06
Altura poste (hp)	8,00
Altura poste elegida (m)	8
Fuerza que soporta el poste (kg)	450
Peso poste	525

Sulzberger poste sostén	
Cálculo del peso total	
Peso del poste -Gp- (kg)	525
Peso de accesorios -Ga- (kg)	46,76
Peso del conductor (kg)	44,88
Coef Fricc e/ terreno y hormigón -mu-	0,4
Índice de compresibilidad -Ct- (kg/cm <sup>3</sup> )	4,8
Ángulo de tierra gravante -beta- 8°	0,1396
Peso específico de la tierra -gamma- (kg/m <sup>3</sup> )	1700
Diámetro del empotramiento	0,24
Profundidad poste más prof. fundación -t- (m)	1,60
D	0,69
Peso de la tierra gravante -Gp- (kg)	489,58
Peso TOTAL (kg)	1106,22
Cálculo del pivot de la estructura	
Tangente de alfa1	0,0007
Momento de encastramiento lateral -Ms- (kg.cm)	87877,82
Tangente de alfa2	0,0009
Momento de fondo -Mb- (kg.cm)	10442,72
Momento de vuelco -Mv- (kg.cm)	93024,06
Cociente Ms/Mb	8,42
Coeficiente de seguridad -s-	1
Suma de -Ms- y -Mb-	98320,53
Momento de vuelco afectado por coef -s- (kg.cm)	93024,06
Verifico si el terreno resiste el peso de la estructura	

Presión admisible del terreno -sigma- (kg/cm <sup>2</sup> )	1,20
Presión de la estructura sobre el terreno (kg/cm <sup>2</sup> )	1,00

### TERMINAL

Las estructuras terminales serán las encargadas de soportar a los conductores unilateralmente en los extremos de las líneas. El cálculo se realizará para los casos más desfavorables, considerando la sección de los mismos y los vanos de los extremos de línea más largos. Si las hipótesis se verifican para estos casos que serían los más desfavorables, se verificarán también para los demás.

### A-DATOS DE LOS POSTES SELECCIONADOS

Se deberá determinar el diámetro de la base mediante la ecuación

$$\phi b = (1,5 * hp) + \phi c$$

Donde

$\phi b$  es el diámetro de la base en [cm]

hp es la altura del poste en [m]

$\phi c$  es el diámetro en la cima en [cm]

Los datos se obtuvieron de catálogo y son los siguientes

Tipo de poste	Carga de rotura	Altura (hp)	Peso (Gp)	Diámetro en la base (m)	Diámetro en la cima (m)
8 R 900	900	8	725	0,3	0,18
8 R 1050	1050	8	905	0,34	0,22

### B-DATOS DE LOS CONDUCTORES

Sección (mm <sup>2</sup> )	Sección real del neutro	Peso (kg/m)	Diámetro exterior (mm)
3x95+50+25	50,14	1,36	37

## C-DATOS DE LUMINARIAS Y BRAZO CURVO

Las luminarias tendrán las siguientes características:

Datos luminaria				
Ancho (mm)	Largo (mm)	Alto (mm)	Peso (kg)	Distancia desde el poste a la luminaria (m)
250	590	92	5,5	3,5

El brazo curvo de alumbrado público contará con las siguientes dimensiones:

Datos brazo alumbrado público					
Diámetro nominal (pulg)	Diámetro exterior (mm)	Peso (kg/m)	Largo brazo (m)	Altura proyectada	Distancia desde el poste al centro (m)
2,2	60,5	4,5	5,15	2,1	1,8

## D-ECUACIONES DE CÁLCULO

### 1-ALTURA LIBRE MÍNIMA

Los conductores de las líneas tendidas con su mayor flecha y cargados uniformemente, es necesario que mantengan a lo largo de los vanos una altura mínima ( $hl$ ).

En calles interiores y terrenos libres, dicha distancia vertical será de 5 [m] como mínimo.

Las estructuras terminales tendrán fundaciones de hormigón simple. Para poder realizar esto, es necesario superar un empotramiento mínimo del poste dentro de la base, el cual se determinará mediante la siguiente fórmula

$$e_{min} = \frac{hp}{10}$$

Donde

$e_{min}$  es el empotramiento mínimo en [m]

$hp$  es la altura del poste en [m]

Una vez obtenido el valor del empotramiento mínimo, se deberá adoptar un valor mayor, es decir que se deberá cumplir la siguiente condición:

$$e_{ad} \geq e_{min}$$

La altura del poste deberá cumplir con la siguiente desigualdad:

$$hp - e_{ad} - f \geq hl$$

donde

hp es la altura del poste en [m]

$e_{ad}$  el empotramiento adoptado en [m]

f la flecha vertical máxima en [m], en el estado 1

hl la altura libre mínima en [m], siendo hl=5

## 2-TIRO MÁXIMO DE LOS CONDUCTORES

Para determinarlo, se utilizará la ecuación que se muestra a continuación

$$T = N^{\circ} \text{ conductores} * \sigma_{max} * Sr$$

Donde

T es el tiro máximo en [kgf]

$\sigma_{max}$  la tensión mecánica máxima en  $\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]$

Sr la sección real del neutro en [mm<sup>2</sup>]

## 3-ESFUERZOS PRODUCIDOS POR EL VIENTO EN EL CONDUCTOR

Primero se obtendrá la presión dinámica del viento, tal como se muestra

$$q = \frac{V^2}{16}$$

Donde

q es la presión dinámica del viento en  $\left[\frac{kgf}{m^2}\right]$

V la velocidad del viento en  $\left[\frac{m}{s}\right]$

Con el dato de la presión dinámica se determinará el esfuerzo producido por el viento, mediante la expresión que se muestra a continuación

$$Fvc = N^{\circ} \text{ cables} * K * q * Cf * A$$

Donde

Fvc es la fuerza del viento sobre el cable en [kgf]

K es el coeficiente que contemplará la desigualdad de la velocidad del viento a lo largo del vano. Si  $V < 30 \left[\frac{m}{s}\right]$  entonces  $K=0,85$ ; si  $V > 30 \left[\frac{m}{s}\right]$  entonces  $K=0,75$ .

A la superficie del cable expuesta al viento en [m<sup>2</sup>]

$A = \emptyset * \frac{ar}{2}$  donde  $\emptyset$  es el diámetro exterior del cable en [m] y ar el vano real en [m]

Cf el coeficiente de forma aerodinámica obtenido mediante la siguiente imagen

Elemento estructural	Coefficiente C
Conductores y cable de guardia	1.1
Elementos cilíndricos de estructura	0.7
Postes dobles de madera, de caños tubulares de acero, de hormigón armado de sección circular (x)	
a) En el plano de la estructura:	
Parte de la estructura expuesta al viento	0.7
Parte de la estructura en la sombra del viento:	
1) Para $a < 2$ dm.	---
2) Para $a = 2$ dm. hasta $a = 6$ dm.	0.35
3) Para $a > 6$ dm.	0.7
b) Normal al plano de la estructura, siendo la distancia al eje $a < 2$ dm.	0.8
Elementos planos de estructuras	1.4

#### 4-ESFUERZOS PRODUCIDOS POR EL VIENTO SOBRE EL POSTE

Se debe obtener con anterioridad la presión dinámica del viento utilizando la ecuación siguiente

$$q = \frac{V^2}{16}$$

Donde

$q$  es la presión dinámica del viento en  $\left[\frac{kgf}{m^2}\right]$

$V$  es la velocidad del viento en  $\left[\frac{m}{s}\right]$

Se determinará el esfuerzo específico producido por el viento con la expresión:

$$F_{vp} = K * q * C_f * A$$

Donde

$F_{vp}$  es la fuerza del viento sobre el poste en  $[kgf]$

$K$  es el coeficiente que contemplará la desigualdad de la velocidad del viento a lo largo del vano. En este caso  $K=1$ .

$A$  es la superficie del poste expuesta al viento en  $[m^2]$

Siendo

$$A = \frac{2 * \phi_c * \phi_b}{6} * hlp$$

$$hlp = hp - e_{ad}$$

Donde  $hlp$  es la altura libre del poste en  $[m]$

$hp$  la altura del poste en  $[m]$

$e_{ad}$  el empotramiento adoptado en  $[m]$

$\phi_c$  el diámetro en la cima del poste en  $[m]$

$\varnothing_b$  es el diámetro en la base del poste en [m]

Cf el coeficiente de forma aerodinámica obtenido de la siguiente imagen

Elemento estructural	Coefficiente C
Conductores y cable de guardia	1.1
Elementos cilíndricos de estructura	0.7
Postes dobles de madera, de caños tubulares de acero, de hormigón armado de sección circular (x)	
a) En el plano de la estructura:	
Parte de la estructura expuesta al viento	0.7
Parte de la estructura en la sombra del viento:	
1) Para $a < 2$ dm.	---
2) Para $a = 2$ dm. hasta $a = 6$ dm.	0.35
3) Para $a > 6$ dm.	0.7
b) Normal al plano de la estructura, siendo la distancia al eje $a < 2$ dm.	0.8
Elementos planos de estructuras	1.4

## 5-ESFUERZOS PRODUCIDOS POR EL VIENTO SOBRE EL BRAZO

Para determinar el esfuerzo producido por el viento sobre el brazo del alumbrado público, primero se obtendrá la presión dinámica del viento

$$q = \frac{V^2}{16}$$

Donde

q es la presión dinámica del viento en  $\left[\frac{kgf}{m^2}\right]$

V es la velocidad del viento en  $\left[\frac{m}{s}\right]$

Considerando la presión dinámica se determina el esfuerzo producido por el viento, con la fórmula:

$$Fvb = K * q * Cf * A$$

Donde

Fvb es la fuerza del viento sobre el brazo en [kgf]

K es el coeficiente que contemplará la desigualdad de la velocidad del viento a lo largo del vano. En este caso K=1.

A es la superficie expuesta al viento en  $[m^2]$

siendo

$$A = \varnothing_{br} * h_{proy}$$

$\varnothing_{br}$  el diámetro del brazo en [m]

$h_{proy}$  es la altura proyectada en [m]

Cf el coeficiente de forma aerodinámica obtenido de la siguiente imagen



Elemento estructural	Coefficiente C
Conductores y cable de guardia	1.1
Elementos cilíndricos de estructura	0.7
Postes dobles de madera, de caños tubulares de acero, de hormigón armado de sección circular (x)	
a) En el plano de la estructura:	
Parte de la estructura expuesta al viento	0.7
Parte de la estructura en la sombra del viento:	
1) Para $a < 2$ dm.	---
2) Para $a = 2$ dm. hasta $a = 6$ dm.	0.35
3) Para $a > 6$ dm.	0.7
b) Normal al plano de la estructura, siendo la distancia al eje $a < 2$ dm.	0.8
Elementos planos de estructuras	1.4

Al esfuerzo calculado, habrá que referirlo a la cima del poste, utilizando la ecuación siguiente

$$Fvbr = Fbr' * \frac{h_{cima}}{h_p}$$

Donde  $Fvbr$  es la fuerza del viento sobre el brazo referida a la cima del poste en [kgf]

$h_p$  la altura libre del poste en [m]

$h_{cima}$  la altura del brazo en [m]

$$h_{cima} = h_p + h_{proy}$$

## 6-ESFUERZOS PRODUCIDOS POR EL VIENTO SOBRE LA LUMINARIA

Para determinar el esfuerzo producido por el viento sobre la luminaria, primero se obtendrá la presión dinámica del viento:

$$q = \frac{V^2}{16}$$

Donde

$q$  es la presión dinámica del viento en  $\left[\frac{kgf}{m^2}\right]$

$V$  es la velocidad del viento en  $\left[\frac{m}{s}\right]$

Seguidamente, con el dato de la presión dinámica se determinará el esfuerzo producido por el viento, mediante la ecuación

$$Fvlum' = K * q * Cf * A$$

Donde

$Fvlum'$  es la fuerza del viento sobre la luminaria en [kgf]

$K$  es el coeficiente que contemplará la desigualdad de la velocidad del viento a lo largo del vano. En este caso  $K=1$ .

A es la superficie expuesta al viento en  $[m^2]$

siendo

$$A = A_{lum} * L_{lum}$$

$A_{lum}$  el alto de la luminaria en  $[m]$

$L_{lum}$  es el largo de la luminaria en  $[m]$

Cf el coeficiente de forma aerodinámica obtenido de la siguiente imagen

Elemento estructural	Coefficiente C
Conductores y cable de guardia	1.1
Elementos cilíndricos de estructura	0.7
Postes dobles de madera, de caños tubulares de acero, de hormigón armado de sección circular (x)	
a) En el plano de la estructura:	
Parte de la estructura expuesta al viento	0.7
Parte de la estructura en la sombra del viento:	
1) Para $a < 2$ dm.	---
2) Para $a = 2$ dm. hasta $a = 6$ dm.	0.35
3) Para $a > 6$ dm.	0.7
b) Normal al plano de la estructura, siendo la distancia al eje $a < 2$ dm.	0.8
Elementos planos de estructuras	1.4

Finalmente, al esfuerzo calculado anteriormente habrá que referirlo a la cima del poste, para realizarlo se utilizará la fórmula siguiente

$$Fvlum = Fvlum' * \frac{h_{cima}}{h_p}$$

Donde

$Fvlum$  es la fuerza del viento sobre la luminaria referida a la cima del poste en  $[kgf]$

$h_p$  la altura libre del poste en  $[m]$

$h_{cima}$  la altura del brazo por encima del poste en  $[m]$

$$h_{cima} = h_p + h_{proy}$$

$h_{proy}$  es la altura proyectada en  $[m]$

## 7- ESFUERZOS PRODUCIDOS POR EL VIENTO EN LOS ACCESORIOS

Se considerará un valor estimativo de 5  $[kg]$ .

## 8- ESFUERZOS TOTAL PRODUCIDO POR EL VIENTO

Es necesario sumar todos los esfuerzos calculados anteriormente para poder determinar el esfuerzo total producido por el viento.

$$FvT = Fvc + Fvp + Fvbr + Fvlum + Fvacc$$

## 9-ESFUERZO COMBINADO TOTAL PRODUCIDO EN LA CIMA DEL POSTE

Para su determinación, se utilizará la fórmula siguiente:

$$E_{max} = \sqrt{T^2 + FvT^2}$$

## 10-RESULTANTE DE ESFUERZOS EN LA CIMA DEL POSTE DESDE LA BASE

El cálculo de la resultante de esfuerzos en la cima del poste se verificará solamente para las estructuras terminales que soportarán el equipamiento de A.P. La misma se obtiene utilizando la siguiente ecuación:

$$E_{max} * h_p + Pbr * dbr + Plum * dlum = RvT * h_p$$

Donde

$dbr$  es la distancia desde el poste al centro del brazo en [m]

$Pbr$  es el peso del brazo en [kg]

$Plum$  es el peso de la luminaria en [kg]

$dlum$  es la distancia desde el poste a la luminaria en la dirección horizontal en [m]

$RvT$  es la resultante de esfuerzos en la cima del poste en [kgf]

## 11-VERIFICACIÓN A LA ROTURA DEL POSTE

Se deberá cumplir la siguiente desigualdad:

$$Cs = \frac{\delta_{rot}}{RvT} \geq 2$$

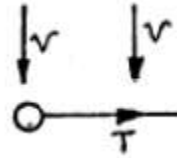
El coeficiente de seguridad a cumplir por los postes de hormigón armado deberá ser mayor o igual que 2.

## E- HIPÓTESIS DE CÁLCULO MAS DESFAVORABLE

Para el cálculo del soporte se utilizará la “Hipótesis 5a” y la “Hipótesis 5b” dado por el Reglamento ya que el vano ideal de regulación es menor al vano crítico.

*Hipótesis 5a: “Tiro máximo de todos los cables, simultáneamente carga del viento correspondiente al estado de solicitud máxima de los conductores, sobre cables en el semi vano adyacente, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios en dirección perpendicular a la línea.”*

Hipótesis 5b: “Tiro de todos los cables correspondientes al estado del viento máximo y simultáneamente carga del viento máximo sobre cables en el semi-vano adyacente, sobre postes, cruceta, aisladores y accesorios en dirección perpendicular a la línea.”



## F-FUNDACIÓN

### 1-DATOS DEL TERRENO

Datos terreno						
Tipo de suelo	Categoría	Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	Presión admisible (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente fricción	Ángulo tierra gravante	Índice de compresibilidad (kg/cm <sup>3</sup> )
Arcilla media dura	C	1700	1,8	0,4	8	6

### 2-DIMENSIONAMIENTO DE LA FUNDACIÓN

La fundación, será macizo de hormigón simple sin armar. El espesor de las paredes de la fundación será como mínimo de 0,15 [m]. El espesor del fondo deberá ser suficiente para resistir el efecto de punzonamiento del poste, mínimo de 0,20 [m] y como máximo un tercio de la altura total de la fundación.

El barrio se encontrará en terreno rígido (debido a que tendrá una presión admisible mayor a uno) entonces, la verificación se podrá realizar con el método de Sulzberger.

### 3-CÁLCULO DE PESOS

-Peso del conductor: Para el cálculo del peso del conductor, se utilizará la siguiente fórmula

$$G_c = N^{\circ} \text{ cables} * M * \frac{ar}{2}$$

Donde

$G_c$  es el peso del conductor en [kg]

$M$  es la masa específica del conductor por metro en  $\left[\frac{kg}{m}\right]$

$ar$  es el vano real más desfavorable en [m]

-Peso del poste: Dicho dato se obtiene de catálogo de fabricante

-*Peso del brazo*: Para calcular el peso del brazo que sostendrá a la luminaria para el alumbrado público, se utilizará la siguiente ecuación

$$G_{br} = M_{br} * L_{br}$$

Donde

$G_{br}$  es el peso del brazo en [m]

$M_{br}$  es el peso específico del brazo en [m]

$L_{br}$  es el largo del brazo en [m]

-*Peso de la luminaria*: Se obtiene de catálogo del fabricante

-*Peso de los accesorios*: Se determinará que este peso será de 10 [kg].

-*Peso de la fundación*: Se utilizará la fórmula que se muestra a continuación

$$G_{fun} = \left( (a * b * t) - \left( \pi * \frac{\phi b^2}{4} * e \right) \right) * P$$

Donde

$G_{fun}$  es el peso de la fundación [kg]

$a$  es el ancho de la fundación en [m]

$b$  es el largo de la fundación en [m]

$t$  es la profundidad adoptada para la fundación en [m]

$\phi b$  es el diámetro de la base del poste en [m]

$e$  es el empotramiento adoptado en [m]

$P$  es el peso específico del hormigón en  $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$

-*Peso de la tierra gravante*:

$$G_t = \frac{t}{3} * \gamma * (S + s + \sqrt{S * s})$$

Donde

$G_t$  es el peso de la tierra gravante en [kg]

$t$  es la profundidad de la fundación adoptada en [m]

$S = (a + 2 * t * tg(\beta)) * (b + 2 * t * tg(\beta))$  en [m<sup>2</sup>]

$s = a * b$  en [m<sup>2</sup>]

$\gamma$  es el peso específico del terreno en  $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$

$\beta$  ángulo de la tierra gravante

-*Peso total*: Se deberán sumar todos los pesos calculados anteriormente

$$G_T = G_c + G_p + G_{br} + G_{lum} + G_{acc} + G_{fun} + G_t$$

Donde

$G_T$  es el peso total en  $[kg]$

$G_c$  es el peso del cable en  $[kg]$

$G_p$  es el peso del poste en  $[kg]$

$G_{br}$  es el peso del brazo en  $[kg]$

$G_{lum}$  es el peso de la luminaria en  $[kg]$

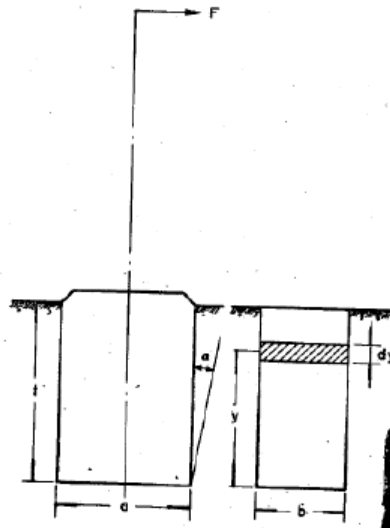
$G_{acc}$  es el peso de los accesorios en  $[kg]$

$G_{fun}$  es el peso de la fundación en  $[kg]$

$G_t$  es el peso de la tierra gravante en  $[kg]$

#### 4- MÉTODO DE SULZBERGER

Se utilizará el método mencionado para verificar si el terreno es capaz de soportar los esfuerzos provocados por la estructura dentro de la fundación.



La fuerza (F) que aparece en la cima del poste, tiende a producirle un momento de vuelco ( $M_v$ ). Cuando la tangente de alfa ( $tg(\alpha)$ ) sea menor o igual a 0,01 el terreno se comportará de manera elástica, esto significa que aparecerán esfuerzos laterales y en el fondo, que tratarán de estabilizar al momento de vuelco producido. Dichos esfuerzos llevarán a la estructura a su posición original.

Por lo tanto, el método consistirá en verificar la siguiente desigualdad

$$M_s + M_b \geq S * M_v$$

Donde

$M_s$  es el momento de encastramiento lateral en  $[kgfm]$

$M_b$  es el momento de reacción de fondo en  $[kgf]$

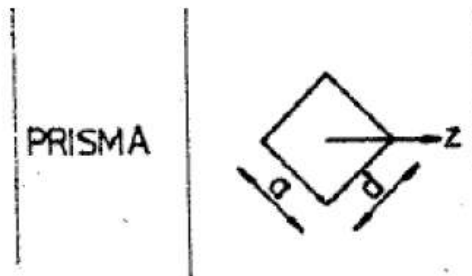
$M_v$  es el momento de vuelco en  $[kgf]$

$S$  es el coeficiente de relación entre los momentos estabilizantes obtenidos de tabla,

siendo  $S = \frac{M_s}{M_b}$

$M_s / M_b$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$\delta_s$	1,50	1,38	1,31	1,26	1,20	1,15	1,11	1,07	1,04	1,01	1,00

Las estructurales terminales estarán soportada por una fundación con forma de prisma, con la dirección horizontal del viento pasando por unos de sus vértices, debido a que la misma opone la mayor resistencia al vuelco. A continuación, se puede observar dicha situación



Para determinar qué fórmula se utilizará para el cálculo del momento de encastramiento lateral, se deberá calcular el siguiente valor:

$$tg(\alpha_1) = \frac{4,5 * \mu * G_T}{a * t^2 * C_t}$$

Donde

$\mu$  es el coeficiente de fricción entre el terreno y el hormigón

$G_T$  es el peso total en  $[kg]$

$C_t$  es el índice de comprensibilidad en  $\left[\frac{kg}{cm^3}\right]$

$a$  es el ancho de la fundación en  $[m]$

$t$  es la profundidad adoptada de la fundación en  $[m]$

El caso más desfavorable es cuando la  $tg(\alpha) \leq 0,01$  porque quiere decir, que la estructura podría pivotar en el baricentro de la fundación y no sobre el fondo. Por lo tanto, para calcular el momento de encastramiento lateral se utilizará la ecuación que se muestra a continuación:

$$M_s = \frac{1,414 * a * t^3}{36} * C_t * tg(\alpha)$$

Donde

$tg(\alpha)$  es el valor hasta el cual Sulzberger asegura que el método verifica. En nuestro caso dicho valor será igual a 0,01.

Para determinar que fórmula se utilizará para el cálculo del momento de reacción del fondo, se deberá calcular el siguiente valor

$$tg(\alpha_2) = \frac{1,414 * G_T}{b^3 * C_b}$$

Donde

$C_b$  es el índice de compresibilidad en el fondo

$b$  es el largo de la fundación en [m]

El caso más desfavorable es cuando la  $tg(\alpha_2) \leq 0,01$  porque quiere decir, que la estructura podría pivotar en el baricentro de la fundación y no sobre el fondo. Por lo tanto, para calcular el momento de reacción del fondo, se utilizará la fórmula siguiente

$$M_b = G_T * \left( (0,707 * b) - \left( 0,5 * \sqrt[3]{\frac{3 * G_T}{C_b * tg(\alpha)}} \right) \right)$$

Para determinar el momento de vuelco ( $M_v$ ) se utilizará el esfuerzo que soportará en la cima el poste y como se estudiará el caso más desfavorable, se aplicará la expresión

$$M_v = E_{max} * \left( hlp + \frac{2}{3} * t \right)$$

Donde

$hlp$  es la altura libre del poste en [m]

$$hlp = hp - e_{min}$$

donde  $hp$  es la altura del poste en [m]

$e_{min}$  es el empotramiento mínimo en [m]

$E_{max}$  es el esfuerzo combinado máximo en la cima del poste en [kgf]

$t$  es la profundidad adoptada de la fundación en [m]

## 5-VERIFICACIÓN AL HUNDIMIENTO

Se debe verificar

$$\sigma = \frac{G_T - G_{tie}}{A} < \sigma_{adm}$$

Donde

$A$  es el área de la base de la fundación en [m<sup>2</sup>]

$$A = a * b$$



$\sigma_{adm}$  es la tensión admisible del terreno en  $\left[\frac{kg}{cm^2}\right]$

$G_T$  es el peso total en  $[kg]$

$G_{tie}$  es el peso de la tierra gravante en  $[kg]$

A continuación, se muestran todos los cálculos y verificaciones realizadas para las estructuras terminal en BT:

- ESTRUCTURA TERMINAL 8R900

Características del poste terminal	
	metros
Diámetro en la cima (dc)	0,18
Diámetro empotramiento (de)	0,29
Diámetro en base	0,30
Altura libre mínima (hl-min)	6,1
Altura libre (hl)	7,2
Empotramiento (e)	0,8
Flecha máx (fmáx)	1,06
Altura poste (hp)	8,0
Altura poste elegida (m)	8
Fuerza que soporta el poste (kg)	900
Peso del poste	725

Cálculo fuerza poste terminal	
Hipótesis 5.a	
N° de conductores	1
Sigma máx	8,04
Sección real (mm <sup>2</sup> )	50,14
Tiro máx	403,13
Semivano	16,5
Fuerza del viento sobre los conductores	0,00
Fuerza del viento sobre el poste (kg)	0,0000
Fuerza del viento sobre los accesorios (kg)	0
Fuerza total viento (kg)	0,00
Fuerza	403,13
Verifico si $C_s > 2$	2,23

Cálculo fuerza poste terminal	
Hipótesis 5.b	
N° de conductores	1

Sigma máx	6,23
Sección real (mm <sup>2</sup> )	50,14
Tiro 1	312,37
Tiro resultante	441,76
Ro del viento en el Estado III (kg/m)	2,359
Semivano	16,5
Fuerza del viento sobre los conductores	38,92
Fuerza del viento sobre el poste (kg)	37,8
Fuerza del viento sobre los accesorios (kg)	10
Fuerza total (kg)	86,71
Fuerza	324,18
Verifico si $C_s > 2$	2,78

<b>Sulzberger poste terminal con fundación</b>	
Cálculo del peso total	
Peso del poste -Gp- (kg)	725
Peso de accesorios -Ga- (kg)	10
Peso del conductor (kg)	22,44
Coef Fricc e/ terreno y hormigón -mu-	0,4
Índice de compresibilidad -Ct- (kg/cm <sup>3</sup> )	3,60
Ángulo de tierra gravante -beta- 8°	0,1396
Peso específico de la tierra -gamma- (kg/m <sup>3</sup> )	1700
Largo lado -a- fundación (m)	1
Largo lado -b- fundación (m)	1
Profundidad poste más prof. fundación -t- (m)	1,2
Longitud -x- (m)	0,17
Área base menor (m <sup>2</sup> )	1
Da (m)	1,34
Db (m)	1,34
Área base mayor (m <sup>2</sup> )	1,79
Peso de la fundación (kg)	2286,91
Peso de la tierra gravante -Gp- (kg)	765,29
Peso TOTAL (kg)	3809,64
Cálculo del pivot de la estructura	
Tangente de alfa1	0,0013
Momento de encastramiento lateral -Ms- (kg.cm)	244339,2
Tangente de alfa2	0,0015
Momento de fondo -Mb- (kg.cm)	139397,87
Momento de vuelco -Mv- (kg.cm)	322500,48
Cociente Ms/Mb	1,75
Coeficiente de seguridad -s-	1
Suma de -Ms- y -Mb-	383737,07
Momento de vuelco afectado por coef -s- (kg.cm)	322500,48
Verifico si el terreno resiste el peso de la estructura	

Área de la base de fundación (cm <sup>2</sup> )	10000,00
Peso de la estructura (kg)	3044,35
Presión admisible del terreno -sigma- (kg/cm <sup>2</sup> )	1,20
Presión de la estructura sobre el terreno (kg/cm <sup>2</sup> )	0,30

- ESTRUCTURA TERMINAL 8R1050 CON ALUMBRADO PÚBLICO

Características del poste terminal	
	metros
Diámetro en la cima (dc)	0,22
Diámetro empotramiento (de)	0,33
Diámetro en base	0,34
Altura libre mínima (hl-min)	6,26
Altura libre (hl)	7,2
Empotramiento (e)	0,8
Flecha máx (fmáx)	0,94
Altura poste (hp)	8,00
Altura poste elegida (m)	8
Fuerza que soporta el poste (kg)	1050
Peso del poste	905

Cálculo fuerza poste terminal	
Hipótesis 5.a	
N° de conductores	1
Sigma máx	8,04
Sección real (mm <sup>2</sup> )	50,14
Tiro máx	403,13
Ro del viento en el Estado II (kg/m)	0,000
Semivano	16,5
Fuerza del viento sobre los conductores	0,00
Fuerza del viento sobre el poste (kg)	0,0000
Fuerza del viento sobre los accesorios (kg)	0
Fuerza total viento (kg)	0,00
Fuerza	403,13
Verifico si $C_s > 2$	2,60

Cálculo fuerza poste terminal	
Hipótesis 5.b	
N° de conductores	1
Sigma máx	6,23
Sección real (mm <sup>2</sup> )	50,14
Tiro 1	312,37
Tiro resultante	441,76

Ro del viento en el Estado III (kg/m)	2,359
Semivano	16,5
Fuerza del viento sobre los conductores	38,92
Fuerza del viento sobre luminaria	4,34
Fuerza del viento sobre brazo	5,07
Fuerza del viento sobre el poste (kg)	44,7910
Fuerza del viento sobre los accesorios (kg)	20
Fuerza total (kg)	103,71
Fuerza	329,14
Verifico si $C_s > 2$	3,19

<b>Sulzberger poste terminal con fundación</b>	
Cálculo del peso total	
Peso del poste -Gp- (kg)	905
Peso de accesorios -Ga- (kg)	46,76
Peso del conductor (kg)	22,44
Coef Fricc e/ terreno y hormigón -mu-	0,4
Índice de compresibilidad -Ct- (kg/cm <sup>3</sup> )	3,60
Ángulo de tierra gravante -beta- 8°	0,1396
Peso específico de la tierra -gamma- (kg/m <sup>3</sup> )	1700
Largo lado -a- fundación (m)	1
Largo lado -b- fundación (m)	1
Profundidad poste más prof. fundación -t- (m)	1,2
Longitud -x- (m)	0,17
Área base menor (m <sup>2</sup> )	1
Da (m)	1,34
Db (m)	1,34
Área base mayor (m <sup>2</sup> )	1,79
Peso de la fundación (kg)	2254,74
Peso de la tierra gravante -Gp- (kg)	765,29
Peso TOTAL (kg)	3994,23
Cálculo del pivot de la estructura	
Tangente de alfa1	0,0014
Momento de encastramiento lateral -Ms- (kg.cm)	244339,2
Tangente de alfa2	0,0013
Momento de fondo -Mb- (kg.cm)	143986,39
Momento de vuelco -Mv- (kg.cm)	322500,48
Cociente Ms/Mb	1,697
Coeficiente de seguridad -s-	1
Suma de -Ms- y -Mb-	388325,59
Momento de vuelco afectado por coef -s- (kg.cm)	322500,48
Verifico si el terreno resiste el peso de la estructura	
Área de la base de fundación (cm <sup>2</sup> )	10000,00
Peso de la estructura (kg)	3228,94

Presión admisible del terreno -sigma- (kg/cm <sup>2</sup> )	1,20
Presión de la estructura sobre el terreno (kg/cm <sup>2</sup> )	0,32

## **Capítulo 2: Cálculo y diseño de la red en media tensión (MT)**

### **MEMORIA DESCRIPTIVA**

En este apartado se realizará el cálculo y diseño de la línea de media tensión (MT) de longitud de 140 [m] aproximadamente. Esta línea es de 13,2 [kV] y servirá para alimentar al barrio en cuestión; comenzará en una estructura terminal existente ubicada sobre la calle Ricardo Contreras (casi esquina Lino Perez) y se extenderá hasta la subestación transformadora (SET) encargada de brindar el servicio eléctrico a las viviendas. La misma será del tipo aérea, tendrá aislación rígida y los conductores que se utilizarán serán conductores desnudos de aleación de aluminio.

La estructura de la SET, será monoposte y soportará a un transformador de 160 [kVA]. Todas las estructuras de la línea de media tensión serán de hormigón armado y cada una contará con su propia fundación.

## MEMORIA TÉCNICA

### Conductores

Los conductores que se utilizarán para el tendido de la línea de MT serán conductores desnudos de aleación de Aluminio (al/Al) de 35 [mm<sup>2</sup>].

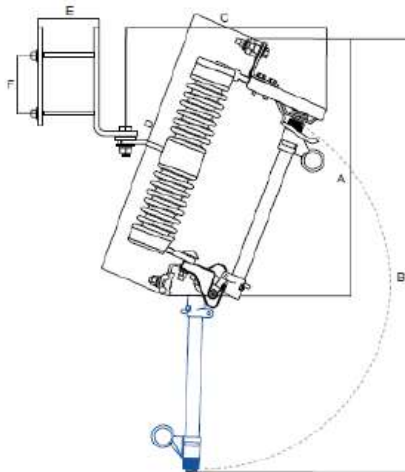
La acometida hasta los seccionadores y bornes del transformador se realizará con cable protegido de aleación de aluminio de 35 [mm<sup>2</sup>], bajo norma IRAM 2212.



### Protecciones

#### Seccionadores:

Para la subestación transformadora se empleará por cada fase un seccionador fusible tipo XS con una tensión de servicio de 15 [kV], corriente nominal de 100 [A] y accionamiento a pértiga.

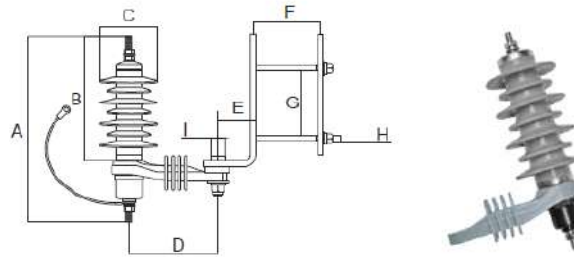


En el emplazamiento de la línea existente con la nueva, se utilizará un seccionador a cuchilla por fase, con una corriente nominal de 400 [A], tensión de servicio de 15 [kV] y accionamiento a pértiga, el mismo no deberá ser accionado con carga.

#### Descargadores de sobretensión:

Como protección contra sobretensiones transitorias, se destinarán descargadores poliméricos de óxido de zinc de 15 [kV] - 10 [kA] con desligador, uno por cada fase que

se montarán sobre la cuba del transformador en cercanías de los bornes de MT. La instalación se realizará de manera tal que los descargadores se encuentren después de los seccionadores, de modo que, ante eventual falla, al seccionar también queden fuera de servicio los descargadores.



### Elementos estructurales

Todos los elementos estructurales, serán de hormigón armado pretensados.

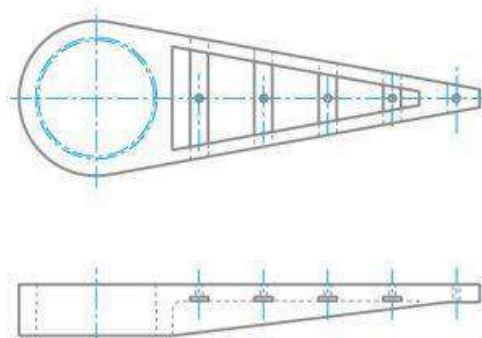
Postes:

Los postes que se utilizarán para conformar a las estructuras que componen a la línea de media tensión serán:

- Sostén: 10,5 [m] de altura, rotura 450 [kgf].
- Retención en tramo recto: 10,5 [m] de altura, rotura 2700 [kgf].
- SET monoposte: 11 [m] de altura, rotura 3000 [kgf].

Ménsulas:

- Ménsula de suspensión para sostén con una longitud de 1,7 [m].
- Ménsula de retención para retención en tramo recto con una longitud de 1,8 [m].
- Ménsula de retención para el poste de la SET contará con una longitud de 1,8 [m].





Plataforma:

La plataforma será la base del transformador y cuenta con un peso de aproximadamente 121 [kg]. La misma será de acero galvanizado.

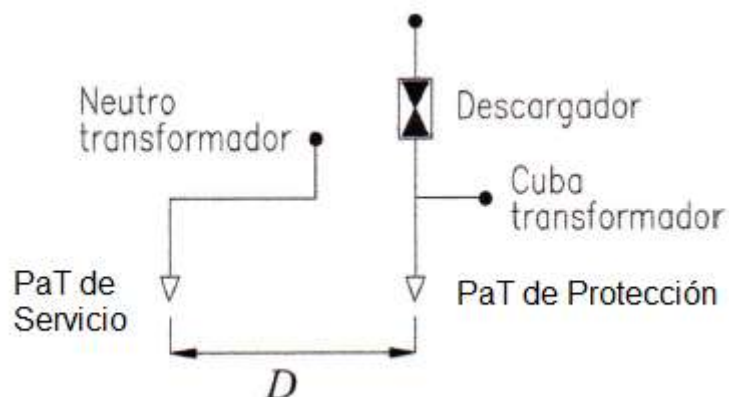


### *Puesta a tierra (PaT)*

Se realizarán dos puestas a tierra independientes, una de Protección y otra de Servicio.

A la de Protección se conectarán todas las masas eléctricas y elementos metálicos que en condiciones normales no se encuentran a potencial, destinadas a proteger a las personas, animales y bienes, evitando que aparezcan diferencias de potenciales peligrosas entre estas y respecto de tierra, en caso de un incidente. A ella se conectarán las estructuras, ménsula, plataforma, descargadores de sobretensión y todo elemento metálico, utilizando un conductor de Cu desnudo de 25 [mm<sup>2</sup>] de sección, su valor será menor a 10 [ $\Omega$ ] y requerirá realizar mediciones antes de energizar la línea.

A la puesta a tierra de Servicio se conectará sólo el borne del neutro del transformador y el conductor a utilizar será cable de Cu desnudo de 25 [mm<sup>2</sup>] de sección y se vinculará a tierra a 20 [m] de distancia de la Tierra de Protección. La resistencia de puesta a tierra deberá tener un valor inferior a 2 [ $\Omega$ ], según se constatará previo a la puesta en servicio.



### *Morsetería y herrajes*

El material utilizado será normalizado del tipo galvanizado según norma IRAM 252.

### *Aisladores*

Para la sujeción de los conductores se utilizarán aisladores tipo MN3a de porcelana normalizados.

#### **Aislador de Montaje Rígido a Perno MN 3a**



**Material:**

Aislador de montaje rígido  
de línea de 13,2 kV

## MEMORIA DE CÁLCULO

### Datos reglamentarios

En las líneas aéreas, los conductores estarán sometidos a diferentes esfuerzos que ejercerán los cables sobre los postes que los sostienen.

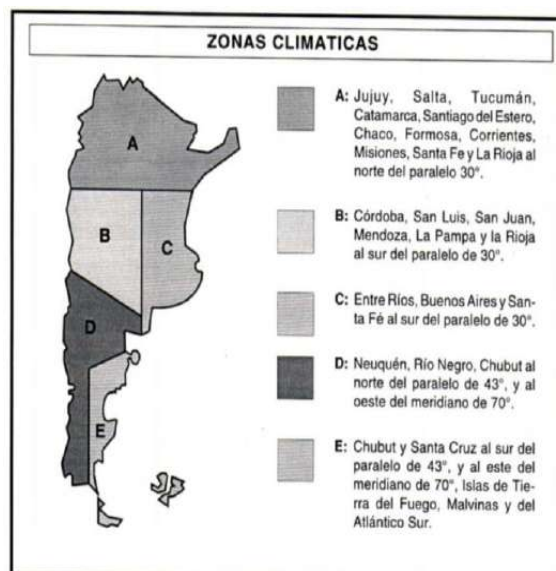
Las tensiones mecánicas a las que estarán sometidos, pueden variar según las condiciones climáticas de la zona en que se encontrarán y por el tipo de material con el que estarán contruidos. Es decir que, los factores a tener en cuenta pueden ser:

- Peso de los conductores
- Variación de la temperatura.
- Viento.
- Sobrecarga de nieve o hielo (manguito de hielo).

El procedimiento a seguir será obtener los parámetros de carga, flecha y tensión para cinco hipótesis fijas, las cuales son:

- 1- Hipótesis de temperatura máxima, arrojará la flecha mayor.
- 2- Hipótesis de temperatura mínima, determina la tensión máxima.
- 3- Máxima carga, contempla que el factor predominante es el viento.
- 4- Hipótesis que solo sirve para verificar, toma un valor intermedio de viento y temperatura.
- 5- Hipótesis de temperatura media anual, siendo el esfuerzo de fatiga que determina la tensión máxima.

El barrio a construir se encuentra dentro de la zona climática B que incluye la provincia de La Pampa según la especificación del Reglamento Técnico y Normas generales.



Además de conocer la zona climática donde se construirá la línea, es necesario conocer las condiciones de viento máximo.

Las condiciones de carga, caracterizadas por distintas combinaciones de temperatura y velocidad del viento se muestran en la siguiente tabla:

Zona B (La Pampa)		
Estado	Temperatura °C	Viento (km/h)
I	45	0
II	-15	0
III	10	120
IV	-5	50
V	16	0

## CÁLCULO MECANICO DE CONDUCTORES

### Datos del conductor seleccionado

Para la línea de MT se utilizarán un conductor de aleación de aluminio de 35 [mm<sup>2</sup>] desnudo.

La sección real del neutro se calculará considerando la fórmula siguiente:

$$Sr = N^{\circ} \text{ hebras} * \pi * \frac{\phi h^2}{4}$$

Donde

Sr = Sección real del neutro en [mm<sup>2</sup>].

$\phi h$  = Diámetro de la hebra en [mm].

A continuación, se muestran los resultados obtenidos:

Material/Tipo de aislación	Sección [mm <sup>2</sup> ]	Diámetro exterior [mm]	Masa	Carga de rotura daN	N° Hebras por conductor	Diámetro hebra	Sección real neutro	Carga de rotura kg/mm <sup>2</sup>
al/Al	35	7,6	96	976	7	2,52	34,91	27,96

A su vez, debemos determinar los valores para el módulo de elasticidad siendo el mismo E= 6000 [kg/mm<sup>2</sup>] como así también, el coeficiente de dilatación térmica  $\alpha = 2,30E-05$  [1/°C].

### Ecuaciones para realizar el cálculo:

#### -MASA ESPECÍFICA

La masa específica del conductor por metro será

$$Fcp = \frac{M}{Sr}$$

Donde

Fcp es la masa específica del conductor en  $\left[\frac{kg}{m*mm^2}\right]$

M es la masa específica del cable por metro en  $\left[\frac{kg}{m}\right]$

Sr la sección real del neutro en [mm<sup>2</sup>]

#### -ESFUERZOS ESPECÍFICOS PRODUCIDOS POR EL VIENTO

La presión dinámica del viento se obtiene utilizando la ecuación siguiente

$$q = \frac{V^2}{16 * Sr}$$

Donde

q es la presión dinámica del viento en  $\left[\frac{kgf}{m^2 * mm^2}\right]$

V es la velocidad del viento en  $\left[\frac{m}{s}\right]$

A continuación, se obtiene el esfuerzo específico producido por el viento que será:

$$Fv = K * q * Cf * F$$

Donde

Fv es el esfuerzo específico producido por el viento en  $\left[\frac{kgf}{m * mm^2}\right]$

K el coeficiente que contemplará la desigualdad de la velocidad del viento a lo largo del vano en cuestión. Si  $V < 30 \left[\frac{m}{s}\right]$  entonces  $K=0,85$ ; si  $V > 30 \left[\frac{m}{s}\right]$  entonces  $K=0,75$ .

F es la superficie sobre la que actúa el viento perpendicular a su dirección en  $[m^2]$  ( $A=\Phi$ )

Cf el coeficiente de forma aerodinámica obtenido de la siguiente imagen

Elemento estructural	Coefficiente C
Conductores y cable de guardia	1.1
Elementos cilíndricos de estructura	0.7
Postes dobles de madera, de caños tubulares de acero, de hormigón armado de sección circular (x)	
a) En el plano de la estructura:	
Parte de la estructura expuesta al viento	0.7
Parte de la estructura en la sombra del viento:	
1) Para $a < 2$ dm.	---
2) Para $a = 2$ dm. hasta $a = 6$ dm.	0.35
3) Para $a > 6$ dm.	0.7
b) Normal al plano de la estructura, siendo la distancia al eje $a < 2$ dm.	0.8
Elementos planos de estructuras	1.4

### -ESFUERZOS ESPECÍFICOS COMBINADOS SOBRE EL CONDUCTOR

El conductor estará sometido al esfuerzo provocado por el peso propio del cable y al generado por el viento que se tendrá en la zona. Por lo cual, la carga resultante se determina de la siguiente manera:

$$P = \sqrt{Fcp^2 + Fv^2}$$

Donde

P es el esfuerzo específico combinado en  $\left[\frac{kg}{m * mm^2}\right]$

Fcp la masa específica del conductor por metro en  $\left[\frac{kg}{m * mm^2}\right]$

Fv es el esfuerzo producido por el viento en  $\left[\frac{kg}{m * mm^2}\right]$

### -VANO IDEAL DE REGULACIÓN

Cuando los vanos correspondientes a un tramo no son iguales se determina a efectos de cálculo, el denominado vano de regulación. Éste se utiliza para determinar la tensión uniforme que existe en los vanos de un conductor comprendidos entre dos apoyos de anclaje para cualquier condición de temperatura o de sobrecarga. Dicho vano se calcula empleando la siguiente expresión:

$$av = \sqrt{\frac{\Sigma(ai)^3}{\Sigma ai}}$$

Donde  $\Sigma ai$  es la sumatoria de todos los vanos que se encuentran entre puntos fijos en [m]. Se calculará entre puntos fijos, es decir entre terminales, retenciones dobles o angulares.

### -ECUACIÓN DE CAMBIO DE ESTADO

Cualquier conductor que estará soportado entre dos puntos describirá una catenaria, es decir, una curva en coseno hiperbólico. Como trabajar con ella hace que se tengan infinitos términos, se utiliza en reemplazo una parábola, pero es necesario que se determinen tres suposiciones, las cuales se mencionan a continuación:

- Soportes nivelados
- Vanos cortos
- El peso del conductor deberá estar uniformemente distribuido a lo largo del vano

La ecuación de cambio de estado quedará definida de la siguiente manera

$$\sigma_2^2 * (\sigma_2 + A) = B$$

Donde

$$A = E * \alpha * (T_2 - T_1) - \sigma_1 + \frac{E * av^2 * P_1^2}{24 * \sigma_1^2}$$

$$B = \frac{E * av^2 * P_2^2}{24}$$

Donde

E es el módulo de elasticidad en  $\left[\frac{kg}{mm^2}\right]$

$\alpha$  es el coeficiente de dilatación térmica en  $\left[\frac{1}{^\circ C}\right]$

av el vano ideal de regulación en [m]

T es la temperatura en [ $^{\circ}C$ ]

P el esfuerzo combinado en [ $\frac{kg}{m*mm^2}$ ]

$\sigma$  la tensión mecánica del conductor en [ $\frac{kg}{mm^2}$ ]

Los parámetros con subíndice 1 hacen referencia al estado que se conoce mientras que, los parámetros que tengan subíndice 2, hacen referencia al estado que se quiere obtener.

### -FLECHA

La misma representará el punto más bajo del cable o conductor en un vano determinado.

Para calcularla se utilizará la expresión

$$f = \frac{P * ar^2}{8 * \sigma}$$

Donde

f es la flecha en el estado considerado en [ $m$ ]

P es el esfuerzo combinado en el estado considerado en [ $\frac{kg}{m*mm^2}$ ]

a el vano real más desfavorable [ $m$ ]

$\sigma$  la tensión mecánica en el estado considerado en [ $\frac{kg}{mm^2}$ ]

Se debe aclarar que, el valor de la flecha que se utilizará, será el calculado con la máxima temperatura (estado 1), debido a que no tendrá en cuenta la acción del viento y es el caso más desfavorable. Esto es así, porque cuando se tiene en cuenta la acción del viento, el valor de dicha flecha tiene la dirección de la resultante de la composición de esfuerzos y no una dirección perpendicular al suelo.

### -VANO CRÍTICO

El mismo, es el encargado de determinar las condiciones más críticas a las que estará sometida la línea. Para calcularlo se utilizará la ecuación siguiente:

$$a_{cri} = \sigma_{max} * Sr * \sqrt{\frac{24 * \alpha * (T_j - T_i)}{P_j^2 - P_i^2}}$$

Donde

$a_{cri}$  es el vano crítico en [ $m$ ]

$\sigma_{max}$  es la tensión mecánica máxima en [ $\frac{kg}{mm^2}$ ]

Sr es la sección del conductor en [ $mm^2$ ]



$\alpha$  el coeficiente de dilatación térmica en  $\left[\frac{1}{^{\circ}\text{C}}\right]$

T la temperatura en  $[^{\circ}\text{C}]$

P es el esfuerzo específico combinado en  $\left[\frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{mm}^2}\right]$

Los parámetros con subíndices “j” corresponderán al estado de mínima temperatura y los que tendrán subíndice “i” harán referencia a los de máxima carga (viento máximo).

Por último, la comparación entre el vano ideal de regulación y el vano crítico nos permitirá saber qué estado de carga es el más desfavorable para la línea. Es decir que, si el vano ideal de regulación es menor al vano crítico, el estado más desfavorable será el de mínima temperatura, en cambio, si es mayor predominará el estado de viento máximo.

### -TABLA DE TENDIDO

La tabla de tendido se realiza para cada tramo entre dos retenciones de una línea. Se realizaron las siguientes tablas, para una mejor apreciación de las flechas para distintas temperaturas con las siguientes características:

- Se realiza sin viento.
- Cada  $5^{\circ}\text{C}$ , entre  $10^{\circ}\text{C}$  y  $20^{\circ}\text{C}$ ; cada  $2^{\circ}\text{C}$ , entre  $20^{\circ}\text{C}$  y  $30^{\circ}\text{C}$ ; y cada  $5^{\circ}\text{C}$ , entre  $30^{\circ}\text{C}$  y la máx. temperatura ( $45^{\circ}\text{C}$ ).

### Dimensionamiento de la ménsula:

Para determinar el dimensionamiento de las ménsulas para cada uno de los tipos de soporte, se debió tener en cuenta la separación mínima entre conductores en el centro del vano, que, para conductores de sección iguales, materiales idénticos e igual fecha, se utilizó la siguiente fórmula:

$$d = k\sqrt{f_{max} + la} + \frac{Un}{150}$$

Donde:

- ✓ d: Separación entre conductores en la mitad del vano en el punto de flecha máxima y nunca menor que k en metros [m].
- ✓ k: Factor dependiente del ángulo de inclinación de los conductores en el viento.
  - Para un ángulo de oscilación mayor a  $65^{\circ}$  y conductores dispuestos al mismo nivel uno al lado del otro.  $\rightarrow k = 0,7$ .
- ✓ f: Flecha máxima de los conductores sin viento [m].

✓  $l_a$ : Largo de la cadena de aisladores [m].

- En caso de aisladores rígidos y cadenas de retención.  $\rightarrow l_a = 0$ .

✓  $U_n$ : Tensión nominal de la línea [kV].

Para determinar el ángulo de oscilación del conductor, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\alpha = \arctg \frac{\rho_v}{\rho_0}$$

Donde:

✓  $\alpha$ : Ángulo de inclinación u oscilación del conductor [°].

✓  $\rho_v$ : Carga resultante del conductor en el estado de carga máxima (Estado 3) [kg/m].

✓  $\rho_0$ : Peso del conductor [kg/m].

Los resultados obtenidos fueron los que se muestran a continuación en las tablas.

<b>Datos del conductor</b>	
Formación (cant. de hilos)	7
Diámetro exterior (mm)	7,6
Sección real (mm <sup>2</sup> )	34,91
Peso (kg/m)	0,096
Resistencia (ohm/km)	0,952
Carga de rotura	976
Módulo de elasticidad (E) (kg/mm <sup>2</sup> )	6000
Coefficiente de dilatación (1/°C)	0,000023
Resistencia	1,164
Impedancia	0,972

Determinación de cargas específicas					
Debido al peso del conductor					
	Estado I	Estado II	Estado III	Estado IV	Estado V
Peso del conductor (kg/m)	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096
Debido a la presión del viento					
	Estado I	Estado II	Estado III	Estado IV	Estado V
K, coef. p/ desigualdad del viento			0,75	0,85	
C, coef de presión dinámica			1,1	1,1	
Velocidad del viento (m/s)	0	0	33,33	13,89	0
q, presión dinámica debido al viento (kg/m <sup>2</sup> )	0,00	0,00	69,44	12,06	0,00
F, superficie expuesta normal al viento (m <sup>2</sup> )			0,00760	0,00760	
Presión del viento (kg/m)	0	0,0000000	0,4354	0,0857	0
Carga combinada (kg/m)	0,096	0,096	0,446	0,129	0,096
Carga combinada (kg/m) sección 95 preensamblado	1,36	1,36	2,359	1,412	1,36

Ménsula para sostén MT	
Ro viento	0,445874056
Ro peso	0,096
k	0,7
Flecha máxima	0,47
Tensión de línea	13,2
Distancia mínima entre conductores	0,565424097
Peso	150
Longitud (entre pernos) [m]	1,7

Ménsula para Retención en Tramo Recto	
k	0,7
Flecha máxima	0,555888809
Tensión de línea	13,2
Distancia mínima entre conductores	0,609905659
Peso	450
Longitud (entre pernos) [m]	1,8

Ménsula para monoposte TRAF0	
k	0,7
Flecha máxima	0,56
Tensión de línea	13,2
Distancia mínima entre conductores	0,61
Peso	450
Longitud (entre pernos) [m]	1,8

Tabla de tendido (tramo 50m)			Vano	50m		
Temp (°C)	Tensión (kgf/mm <sup>2</sup> )	Tiro (kg)	Flecha (m)	t 10 reto (s)	A	B
10	5,37	187,42	0,16	7,2	-5,205	4,726
15	4,73	164,99	0,182	7,7	-4,515	4,726
20	4,11	143,31	0,209	8,3	-3,825	4,726
22	3,87	134,93	0,222	8,5	-3,549	4,726
24	3,63	16,76	0,237	8,8	-3,273	4,726
26	3,4	118,85	0,252	9,1	-2,997	4,726
28	3,19	111,23	0,27	9,4	-2,721	4,726
30	2,98	103,95	0,289	9,7	-2,445	4,726
35	2,51	87,51	0,343	10,4	-1,755	4,726
40	2,12	73,94	0,406	11,5	-1,065	4,726
45	1,81	63,29	0,474	12,4	-0,375	4,726

Tabla de tendido			Vano	45m		
Temp (°C)	Tensión (kgf/mm <sup>2</sup> )	Tiro (kg)	Flecha (m)	t 10 reto (s)	A	B
10	5,38	187,79	0,129	6,5	-5,247	3,828
15	4,73	165,07	0,147	6,9	-4,557	3,828
20	4,1	142,97	0,17	7,4	-3,867	3,828
22	3,85	134,38	0,181	7,7	-3,591	3,828
24	3,61	125,99	0,193	7,9	-3,315	3,828
26	3,38	117,83	0,206	8,2	-3,039	3,828
28	3,15	109,94	0,221	8,5	-2,763	3,828
30	2,93	102,37	0,237	8,8	-2,487	3,828
35	2,44	85,18	0,285	9,6	-1,797	3,828
40	2,03	70,98	0,342	10,6	-1,107	3,828
45	1,72	59,92	0,406	11,5	-0,417	3,828

Tabla de Estados													
Módulo elasticidad (E) (kg/mm <sup>2</sup> )	Coeficiente de dilatación	Temperatura		Carga Combinada (p) (kg/m)	Vano ideal (a) (m)	Sección Real [mm <sup>2</sup> ]	Sigma (kg/mm <sup>2</sup> )	A	B	Sigma (kg/mm <sup>2</sup> )	Flecha (50)	Tiro	
		Temperatura °C	Temperatura 2 °C										
Estado I	6000	0,000023	45	16	0,096	50,00	34,91	4,6	-0,375	4,726	1,813	0,474	63,29
Estado II	6000	0,000023	-15	16	0,096	50,00	34,91	4,6	-8,655	4,726	8,720	0,099	304,42
Estado III	6000	0,000023	10	16	0,446	50,00	34,91	4,6	-5,205	101,954	7,180	0,556	250,65
Estado IV	6000	0,000023	-5	16	0,129	50,00	34,91	4,6	-7,275	8,490	7,430	0,155	259,38
Estado V	6000	0,000023	16	16	0,096	50,00	34,91	4,6	-4,377	4,726	4,6	0,187	160,59

Tabla de Estados													
Módulo elasticidad (E) (kg/mm <sup>2</sup> )	Coeficiente de dilatación	Temperatura		Carga Combinada (kg/m)	Vano ideal (m)	Sección Real [mm <sup>2</sup> ]	Sigma (kg/mm <sup>2</sup> )	A	B	Sigma (kg/mm <sup>2</sup> )	Flecha (45)	Tiro	
		Temperatura °C	Temperatura 2 °C										
Estado I	6000	0,000023	45	16	0,096	45,00	34,91	4,6	-0,417	3,83	1,716	0,406	59,91
Estado II	6000	0,000023	-15	16	0,096	45,00	34,91	4,6	-8,697	3,83	8,327	0,084	290,70
Estado III	6000	0,000023	10	16	0,446	45,00	34,91	4,6	-5,247	82,58	6,950	0,465	242,62
Estado IV	6000	0,000023	-5	16	0,129	45,00	34,91	4,6	-7,317	6,88	7,439	0,125	259,70
Estado V	6000	0,000023	16	16	0,096	45,00	34,91	4,6	-4,419	3,83	4,6	0,151	160,59

## CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

Las estructuras que se utilizarán para la red de media tensión serán sostenes, retención en tramo recto y subestación transformadora de hormigón armado.

El proceso de cálculo para la selección de los postes será iterativo, es decir que se preseleccionará una columna y se verificará si cumple o no con los requisitos. Si cumplen, quedará definida la estructura, mientras que, en caso de no cumplir, se deberá realizar el proceso de cálculo nuevamente hasta obtener el indicado.

### **SOSTÉN**

Las estructuras sostén no soportarán tiros y serán las encargadas de la sujeción de los cables de las líneas en tramos rectos. Para su elección, se tendrá en cuenta la sección del conductor y se seleccionarán los semivanos adyacentes más largos.

### **RETENCIÓN EN TRAMO RECTO**

Será la encargada de amarrar a los conductores en puntos intermedios de la línea. Este tipo de estructura es un terminal en la línea existente por lo cual se seleccionará el poste adecuado para la retención.

### **SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA (SET)**

La forma de la subestación transformadora será del tipo monoposte.

### **A-DATOS DE LOS POSTES SELECCIONADOS**

Se deberá determinar el diámetro de la base mediante la ecuación

$$\varnothing b = (1,5 * hp) + \varnothing c$$

Donde

$\varnothing b$  es el diámetro de la base en [cm]

hp es la altura del poste en [m]

$\varnothing c$  es el diámetro en la cima en [cm]

Los datos se obtuvieron de catálogo y son los siguientes:

Tipo de poste	Carga de rotura	Altura (hp)	Peso (Gp)	Diámetro en la base (m)	Diámetro en la cima (m)
10,5 /450	450	10,5	825	0,30	0,14

10,5 / 2100	2100	10,5	1620	0,42	0,26
11 / 2400	2400	11	1890	0,45	0,28

### B-DATOS DE LOS CONDUCTORES (MT Y BT)

Sección (mm <sup>2</sup> )	Sección real del neutro	Peso (kg/m)	Diámetro exterior (mm)
3x95+50+25	50,14	1,36	37
35	34,91	0,096	7,6

### C-DATOS DEL TRANSFORMADOR Y PLATAFORMA

	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Peso (kg)
Transformador	1,6	0,75	1,45	850
Plataforma	1,75	0,3		121

### D-ECUACIONES DE CÁLCULO

#### 1-ALTURA LIBRE MÍNIMA

Los cables de las líneas tendidas, íntegros, cargados uniformemente y con su mayor flecha, deberán mantener en el desarrollo de los vanos una altura (hl) mínima.

La altura mínima libre de los conductores en zonas o centros fraccionados en manzanas es de 8 [m] considerando una línea de MT. Cabe destacar que se deberá respetar también una distancia mínima entre conductores de MT y BT, de al menos 1,2 [m], siendo estos últimos ubicados al menos a 5 [m] de altura.

La estructura de la SET ejercerá la función de terminal tanto para MT como para BT, la misma tendrá fundación de hormigón, con lo cual se deberá superar un empotramiento mínimo de la columna dentro de dicha fundación. Se utilizará para determinarlo la siguiente fórmula:

$$e_{min} = \frac{hp}{10}$$

Donde

$e_{min}$  es el empotramiento mínimo en [m]

hp es la altura del poste en [m]

Una vez obtenido el valor del empotramiento mínimo, se deberá adoptar un valor mayor, es decir que se deberá cumplir la siguiente condición:

$$e_{ad} \geq e_{min}$$

## 2-TIRO MÁXIMO EN LOS CONDUCTORES DE MT Y BT

Para determinar el tiro máximo de los conductores se utilizará la ecuación que se muestra a continuación

$$T' = N^{\circ} \text{ conductores} * \sigma_{max} * S_r$$

Donde

T' es el tiro máximo en [kgf]

$\sigma_{max}$  la tensión mecánica máxima en  $\left[\frac{kgf}{mm^2}\right]$

Sr la sección real del neutro en  $[mm^2]$

Al tiro calculado con el conductor de BT es necesario referirlo a la cima del poste, por lo cual se utilizará la siguiente fórmula:

$$T = T' * \frac{h_f}{h_p}$$

Donde

T es el tiro referido a la cima del poste en [kgf]

T' es el tiro máximo en [kgf]

$h_f$  la altura de fijación del cable de BT en la estructura en [m]

$h_p$  la altura libre del poste en [m]

## 3-ESFUERZOS PRODUCIDOS POR EL VIENTO SOBRE EL CABLE DE BAJA TENSIÓN

Se debe obtener con anterioridad la presión dinámica del viento utilizando la ecuación siguiente

$$q = \frac{V^2}{16}$$

Donde

q es la presión dinámica del viento en  $\left[\frac{kgf}{m^2}\right]$

V es la velocidad del viento en  $\left[\frac{m}{s}\right]$



Se determinará el esfuerzo específico producido por el viento con la expresión:

$$Fvc2' = q * K * Cf * A$$

Donde

$Fvc2'$  es la fuerza del viento sobre el cable de BT en [kgf]

A la superficie del cable expuesta al viento en [m<sup>2</sup>]

- Para la SET:  $A = \emptyset * \frac{(ar_1)}{2}$
- Para los sostenes:  $A = \emptyset * \frac{(ar_1+ar_2)}{2}$

$\emptyset$  es el diámetro exterior del cable en [m]

$ar_1$  y  $ar_2$  los vanos más desfavorables en [m]

K es el coeficiente que contemplará la desigualdad de la velocidad del viento a lo largo del vano. Si  $V < 30 \left[ \frac{m}{s} \right]$  entonces  $K=0,85$ ; si  $V > 30 \left[ \frac{m}{s} \right]$  entonces  $K=0,75$ .

$C_f$  el coeficiente de forma aerodinámica obtenido mediante la siguiente imagen

Elemento estructural	Coefficiente C
Conductores y cable de guardia	1.1
Elementos cilíndricos de estructura	0.7
Postes dobles de madera, de caños tubulares de acero, de hormigón armado de sección circular (x)	
a) En el plano de la estructura:	
Parte de la estructura expuesta al viento	0.7
Parte de la estructura en la sombra del viento:	
1) Para $a < 2$ dm.	---
2) Para $a = 2$ dm. hasta $a = 6$ dm.	0.35
3) Para $a > 6$ dm.	0.7
b) Normal al plano de la estructura, siendo la distancia al eje $a < 2$ dm.	0.8
Elementos planos de estructuras	1.4

Por último, al esfuerzo calculado anteriormente habrá que referirlo a la cima del poste, para realizarlo se utilizará la expresión que se muestra a continuación

$$Fvc2 = Fvc2' * \frac{h_f}{h_p}$$

Donde

$Fvc2$  es la fuerza del viento sobre el cable de BT referida a la cima del poste en [kgf]

$h_f$  la altura de fijación del cable de BT en la estructura en [m]

$h_p$  la altura libre del poste en [m]

## 4-ESFUERZOS PRODUCIDOS POR EL VIENTO EN EL CONDUCTOR DE MEDIA TENSIÓN

Para calcular el esfuerzo producido por el viento, primero se obtendrá la presión dinámica del viento, tal como se muestra

$$q = \frac{V^2}{16}$$

Donde

q es la presión dinámica del viento en  $\left[\frac{kgf}{m^2}\right]$

V la velocidad del viento en  $\left[\frac{m}{s}\right]$

Con el dato de la presión dinámica se determinará el esfuerzo producido por el viento, mediante la expresión que se muestra a continuación

$$F_{vc1} = N^{\circ} \text{ cables} * K * q * C_f * F$$

Donde

F<sub>vc1</sub> es la fuerza del viento sobre los conductores de MT en  $[kgf]$

K es el coeficiente que contemplará la desigualdad de la velocidad del viento a lo largo del vano. Si  $V < 30 \left[\frac{m}{s}\right]$  entonces  $K=0,85$ ; si  $V > 30 \left[\frac{m}{s}\right]$  entonces  $K=0,75$ .

F la superficie del cable expuesta al viento en  $[m^2]$

- Para la SET:  $F = \emptyset * \frac{(ar_1)}{2}$
- Para los sostenes y retención:  $F = \emptyset * \frac{(ar_1 + ar_2)}{2}$

$\emptyset$  es el diámetro exterior del cable en  $[m]$

$ar_1$  y  $ar_2$  los vanos más desfavorables en  $[m]$

C<sub>f</sub> el coeficiente de forma aerodinámica obtenido mediante la siguiente imagen

Elemento estructural	Coefficiente C
Conductores y cable de guardia	1.1
Elementos cilíndricos de estructura	0.7
Postes dobles de madera, de caños tubulares de acero, de hormigón armado de sección circular (x)	
a) En el plano de la estructura:	
Parte de la estructura expuesta al viento	0.7
Parte de la estructura en la sombra del viento:	
1) Para $a < 2$ dm.	---
2) Para $a = 2$ dm. hasta $a = 6$ dm.	0.35
3) Para $a > 6$ dm.	0.7
b) Normal al plano de la estructura, siendo la distancia al eje $a < 2$ dm.	0.8
Elementos planos de estructuras	1.4

## 5- ESFUERZOS PRODUCIDOS POR EL VIENTO SOBRE EL TRANSFORMADOR

Se debe obtener con anterioridad la presión dinámica del viento utilizando la ecuación siguiente

$$q = \frac{V^2}{16}$$

Donde

q es la presión dinámica del viento en  $\left[\frac{kgf}{m^2}\right]$

V es la velocidad del viento en  $\left[\frac{m}{s}\right]$

Se determinará el esfuerzo específico producido por el viento con la expresión:

$$Fvtr' = K * q * Cf * F$$

Donde

Fvtr' es la fuerza del viento sobre el transformador en  $[kgf]$

K es el coeficiente que contemplará la desigualdad de la velocidad del viento a lo largo del vano. En este caso K=1.

F la superficie del transformador expuesta al viento en  $[m^2]$

F=L\*Al

Donde

L es el largo del transformador en  $[m]$

Al es el alto del transformador en  $[m]$

Cf el coeficiente de forma aerodinámica obtenido mediante la siguiente imagen

Elemento estructural	Coefficiente C
Conductores y cable de guardia	1.1
Elementos cilíndricos de estructura	0.7
Postes dobles de madera, de caños tubulares de acero, de hormigón armado de sección circular (x)	
a) En el plano de la estructura:	
Parte de la estructura expuesta al viento	0.7
Parte de la estructura en la sombra del viento:	
1) Para a < 2 dm.	---
2) Para a = 2 dm. hasta a = 6 dm.	0.35
3) Para a > 6 dm.	0.7
b) Normal al plano de la estructura, siendo la distancia al eje a < 2 dm.	0.8
Elementos planos de estructuras	1.4

A continuación, se debe referir el esfuerzo calculado a la cima del poste mediante la ecuación:

$$F_{vtr} = F_{vtr'} * \frac{h_{tr}}{h_p}$$

Donde

$F_{vtr}$  es la fuerza del viento sobre el transformador referida a la cima del poste en [kgf]

$h_{tr}$  la altura de fijación del transformador en la estructura en [m]

$h_p$  la altura libre del poste en [m]

## 6- ESFUERZOS PRODUCIDOS POR EL VIENTO SOBRE LA PLATAFORMA

Se debe obtener con anterioridad la presión dinámica del viento utilizando la ecuación siguiente

$$q = \frac{V^2}{16}$$

Donde

$q$  es la presión dinámica del viento en  $\left[\frac{kgf}{m^2}\right]$

$V$  es la velocidad del viento en  $\left[\frac{m}{s}\right]$

Se determinará el esfuerzo específico producido por el viento con la expresión:

$$F_{vpl'} = K * q * C_f * F$$

Donde

$F_{vpl'}$  es la fuerza del viento sobre la plataforma en [kgf]

$K$  es el coeficiente que contemplará la desigualdad de la velocidad del viento a lo largo del vano. En este caso  $K=1$ .

$F$  la superficie de la plataforma expuesta al viento en  $[m^2]$

$$F=L*Al$$

Donde

$L$  es el largo de la plataforma en [m]

$Al$  es el alto de la plataforma en [m]

$C_f$  el coeficiente de forma aerodinámica obtenido mediante la siguiente imagen

Elemento estructural	Coefficiente C
Conductores y cable de guardia	1.1
Elementos cilíndricos de estructura	0.7
Postes dobles de madera, de caños tubulares de acero, de hormigón armado de sección circular (x)	
a) En el plano de la estructura:	
Parte de la estructura expuesta al viento	0.7
Parte de la estructura en la sombra del viento:	
1) Para $a < 2$ dm.	---
2) Para $a = 2$ dm. hasta $a = 6$ dm.	0.35
3) Para $a > 6$ dm.	0.7
b) Normal al plano de la estructura, siendo la distancia al eje $a < 2$ dm.	0.8
Elementos planos de estructuras	1.4

A continuación, se debe referir el esfuerzo calculado a la cima del poste mediante la ecuación:

$$F_{vpl} = F_{vpl'} * \frac{h_{pl}}{h_p}$$

Donde

$F_{vpl}$  es la fuerza del viento sobre la plataforma referida a la cima del poste en  $[kgf]$

$h_{pl}$  la altura de fijación de la plataforma en la estructura en  $[m]$

$h_p$  la altura libre del poste en  $[m]$

## 7-ESFUERZOS PRODUCIDOS POR EL VIENTO SOBRE LOS POSTES

Se debe obtener con anterioridad la presión dinámica del viento utilizando la ecuación siguiente

$$q = \frac{V^2}{16}$$

Donde

$q$  es la presión dinámica del viento en  $\left[\frac{kgf}{m^2}\right]$

$V$  es la velocidad del viento en  $\left[\frac{m}{s}\right]$

Se determinará el esfuerzo específico producido por el viento con la expresión:

$$F_{vp} = K * q * C_f * F$$

Donde

$F_{vp}$  es la fuerza del viento sobre el poste en  $[kgf]$

$K$  es el coeficiente que contemplará la desigualdad de la velocidad del viento a lo largo del vano. En este caso  $K=1$ .

$F$  la superficie del poste expuesta al viento en  $[m^2]$

siendo

$$F = \frac{(2 * \phi_c) + \phi_b}{6} * hlp$$

$$hlp = hp - e_{ad}$$

$hlp$  es la altura libre del poste en [m]

$hp$  es la altura del poste en [m]

$e_{ad}$  es el empotramiento adoptado en [m]

$\phi_c$  es el diámetro en la cima del poste en [m]

$\phi_b$  es el diámetro de la base del poste en [m]

$C_f$  el coeficiente de forma aerodinámica obtenido de la siguiente imagen

Elemento estructural	Coefficiente C
Conductores y cable de guardia	1.1
Elementos cilíndricos de estructura	0.7
Postes dobles de madera, de caños tubulares de acero, de hormigón armado de sección circular (x)	
a) En el plano de la estructura:	
Parte de la estructura expuesta al viento	0.7
Parte de la estructura en la sombra del viento:	
1) Para $a < 2$ dm.	---
2) Para $a = 2$ dm. hasta $a = 6$ dm.	0.35
3) Para $a > 6$ dm.	0.7
b) Normal al plano de la estructura, siendo la distancia al eje $a < 2$ dm.	0.8
Elementos planos de estructuras	1.4

## 8- ESFUERZOS PRODUCIDOS POR EL VIENTO EN LOS ACCESORIOS:

Se considerará un valor estimativo de 20 [kg].

## 9- ESFUERZOS TOTAL PRODUCIDO POR EL VIENTO

Para determinar cuál es la fuerza total producida por el viento, se deberán sumar todos los esfuerzos calculados anteriormente.

$$F_v T = F_{vc1} + F_{vc2} + F_{vtr} + F_{vpl} + F_{vp} + F_{vacc}$$

## 10-RESULTANTE DE ESFUERZOS PRODUCIDOS POR EL VIENTO

Para calcular el esfuerzo combinado en la cima del poste, se utilizará la fórmula que se muestra a continuación

$$E_{max} = \sqrt{(T_{MT} + T_{BT})^2 + F_v T^2}$$

Donde

$E_{m\acute{a}x}$  es el esfuerzo combinado total producido por el viento en [kgf]

$TMT$  es el tiro producido por los conductores de MT en [kgf]

$TBT$  es el tiro producido por el cable de BT en [kgf]

$FvT$  es la fuerza del viento total en [kgf]

## 11-VERIFICACIÓN A LA ROTURA DE LA ESTRUCTURA

Para los sostenes se deberá cumplir que:

$$Cs = \frac{\delta_{rot}}{FvT} \geq 2$$

Para el caso de la SET y la retención en el tramo recto, se deberá verificar lo siguiente:

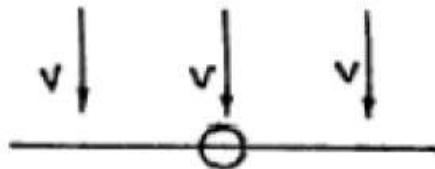
$$Cs = \frac{\delta_{rot}}{E_{max}} \geq 2$$

El coeficiente de seguridad a cumplir por los postes de hormigón armado deberá ser mayor o igual que 2.

### E- HIPÓTESIS DE CÁLCULO MÁS DESFAVORABLE

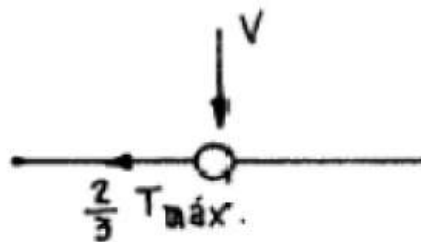
#### a. Sostén

Carga del viento máximo en dirección perpendicular a la línea, sobre cables en ambos semivanos adyacentes, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios.



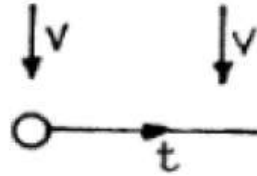
#### b. Retención en tramo recto

Dos tercios del tiro máximo unilateral de todos los cables y simultáneamente carga del viento correspondiente al estado de sollicitación máxima de los conductores sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios en dirección perpendicular a la línea.



### c. Subestación Transformadora (SET)

Tiro de todos los cables correspondiente al estado del viento máximo y simultáneamente carga del viento máximo sobre cables en el semivano adyacente, sobre postes, crucetas, aisladores y accesorios en dirección perpendicular a la línea.



## F-FUNDACIÓN

### 1-DATOS DEL TERRENO

Datos terreno						
Tipo de suelo	Categoría	Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	Presión admisible (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente fricción	Ángulo tierra gravante	Índice de compresibilidad (kg/cm <sup>3</sup> )
Arcilla media dura	C	1700	1,8	0,4	8	6

### 2-DIMENSIONAMIENTO DE LA FUNDACIÓN

La fundación de las estructuras será maciza de hormigón simple sin armar. El espesor del fondo deberá resistir el efecto de punzonamiento del poste. Como mínimo deberá ser de 0,20 [m] y como máximo un tercio de la altura total de la fundación. Por otra parte, el espesor de las paredes deberá ser de 0,15 [m] como mínimo sumándole 0,10 [m] para darle movimiento al poste al momento de su colocación.

### 3-CÁLCULO DE PESOS

-Peso del conductor de MT:

Para el cálculo del peso de los conductores en la SET, se utilizará la siguiente fórmula

$$G_{c1} = N^{\circ} \text{ cables} * M * \frac{ar_1}{2}$$

Donde

$G_{c1}$  es el peso del conductor en [kg]



$M$  es el peso específico del conductor por metro en  $\left[\frac{kg}{m}\right]$

$ar_1$  es el vano real en cuestión en  $[m]$

En cambio, para el caso de los sostenes y la retención en tramo recto, se utilizará la ecuación que se muestra a continuación:

$$G_{c1} = N^{\circ} \text{ cables} * M * \frac{ar_1 + ar_2}{2}$$

$G_{c1}$  es el peso del conductor en  $[kg]$

$M$  es la masa específica del conductor por metro en  $\left[\frac{kg}{m}\right]$

$ar_1$  y  $ar_2$  son los vanos reales más desfavorable en MT en  $[m]$

-Peso del conductor de BT:

Para el cálculo del peso de los conductores en la SET, se utilizará la siguiente fórmula

$$G_{c2} = N^{\circ} \text{ cables} * M * \frac{ar_1}{2}$$

Donde

$G_{c2}$  es el peso del conductor en  $[kg]$

$M$  es el peso específico del conductor por metro en  $\left[\frac{kg}{m}\right]$

$ar_1$  es el vano real en cuestión en  $[m]$

En cambio, para el caso de los sostenes que soportarán al cable de BT se utilizará la siguiente ecuación:

$$G_{c2} = N^{\circ} \text{ cables} * M * \frac{ar_1 + ar_2}{2}$$

$G_{c2}$  es el peso del conductor en  $[kg]$

$M$  es la masa específica del conductor por metro en  $\left[\frac{kg}{m}\right]$

$ar_1$  y  $ar_2$  son los vanos reales más desfavorable en BT en  $[m]$

-Peso del poste: Dicho dato se obtiene de catálogo de fabricante

-Peso de ménsula, plataforma y transformador:

El peso de la plataforma y el transformador estarán soportados por el poste que conformarán a la estructura de la SET. Todos los datos antes mencionados serán obtenidos por catálogo de fabricantes.

-Peso de los accesorios: Se determinará que este peso será de 45  $[kg]$ .

-Peso de la tierra gravante:

$$G_t = \frac{t}{3} * \gamma * (S + s + \sqrt{S * s})$$

Donde

$G_t$  es el peso de la tierra gravante en  $[kg]$

$\gamma$  es el peso específico del terreno en  $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

$t$  es la profundidad de la fundación adoptada en  $[m]$

$S = (a + 2 * t * tg(\beta)) + (b + 2 * t * tg(\beta))$  en  $[m^2]$

$s = a * b$  en  $[m^2]$

-Peso total: Se deberán sumar todos los pesos calculados anteriormente

$$G_T = G_{c1} + G_{c2} + G_p + G_{cru} + G_{pl} + G_{tr} + G_{fun} + G_{acc} + G_t$$

Donde

$G_T$  es el peso total en  $[kg]$

$G_{c1}$  es el peso del cable en MT en  $[kg]$

$G_{c2}$  es el peso del cable en BT en  $[kg]$

$G_p$  es el peso del poste en  $[kg]$

$G_{cru}$  es el peso de la ménsula en  $[kg]$

$G_{pl}$  es el peso de la plataforma en  $[kg]$

$G_{tr}$  es el peso del transformador en  $[kg]$

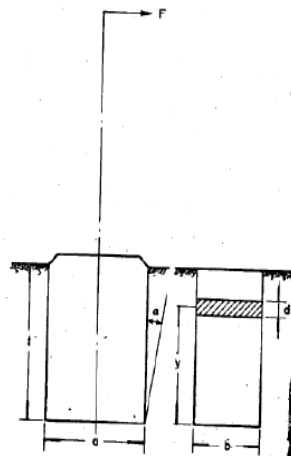
$G_{acc}$  es el peso de los accesorios en  $[kg]$

$G_t$  es el peso de la tierra gravante en  $[kg]$

#### 4- MÉTODO DE SULZBERGER

Este método se utilizará para verificar si el terreno es capaz de soportar los esfuerzos provocados por la estructura dentro de la fundación.

El método se aplicará cuando se tenga la situación siguiente



La fuerza (F) que aparece en la cima del poste, tiende a producirle un momento de vuelco ( $M_v$ ). Cuando la tangente de alfa ( $tg(\alpha)$ ) sea menor o igual a 0,01 el terreno se comportará de manera elástica, esto significa que aparecerán esfuerzos laterales y en el fondo, que tratarán de estabilizar al momento de vuelco producido. Dichos esfuerzos llevarán a la estructura a su posición original.

Por lo tanto, el método consistirá en verificar la siguiente desigualdad

$$M_s + M_b \geq S * M_v$$

Donde

$M_s$  es el momento de encastramiento lateral en  $[kgfm]$

$M_b$  es el momento de reacción de fondo en  $[kgf]$

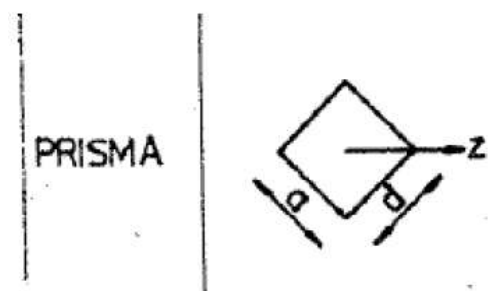
$M_v$  es el momento de vuelco en  $[kgf]$

S es el coeficiente de relación entre los momentos estabilizantes obtenidos de tabla,

siendo  $S = \frac{M_s}{M_b}$  ( $1 \leq s \leq 1,5$ ).

$M_s / M_b$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$\delta_s$	1,50	1,38	1,31	1,26	1,20	1,15	1,11	1,07	1,04	1,01	1,00

Las estructuras en cuestión, estarán soportadas por fundaciones con forma de prisma, con la dirección horizontal del viento pasando por unos de sus vértices, debido a que las mismas oponen la mayor resistencia al vuelco. Dicha forma de la fundación se observa a continuación



Para determinar qué fórmula se utilizará para el cálculo del momento de encastramiento lateral, se deberá calcular el siguiente valor:

$$tg(\alpha_1) = \frac{4,5 * \mu * G_T}{a * t^2 * C_t}$$

Donde

$\mu$  es el coeficiente de fricción entre el terreno y el hormigón

$G_T$  es el peso total en  $[kg]$

$C_t$  es el índice de compresión en  $\left[\frac{kg}{cm^3}\right]$

$a$  es el ancho de la fundación en  $[m]$

$t$  es la profundidad adoptada de la fundación en  $[m]$

El caso más desfavorable es cuando la  $tg(\alpha) \leq 0,01$  porque quiere decir, que la estructura podría pivotar en el baricentro de la fundación y no sobre el fondo. Por lo tanto, para calcular el momento de encastramiento lateral se utilizará la ecuación que se muestra a continuación:

$$M_s = \frac{1,414 * a * t^3}{36} * C_t * tg(\alpha)$$

Donde

$tg(\alpha)$  es el valor hasta el cual Sulzberger asegura que el método verifica. En nuestro caso dicho valor será igual a 0,01.

Para determinar que fórmula se utilizará para el cálculo del momento de reacción del fondo, se deberá calcular el siguiente valor

$$tg(\alpha_2) = \frac{1,414 * G_T}{b^3 * C_b}$$

Donde

$C_b$  es el índice de compresibilidad en el fondo, considerando un valor de entre 1 y 1,2. Seleccionamos 1,2 en nuestro caso.

$b$  es el largo de la fundación en  $[m]$

El caso más desfavorable es cuando la  $tg(\alpha_2) \leq 0,01$  porque quiere decir, que la estructura podría pivotar en el baricentro de la fundación y no sobre el fondo. Por lo tanto, para calcular el momento de reacción del fondo, se utilizará la fórmula siguiente

$$M_b = G_T * \left( (0,707 * b) - \left( 0,5 * \sqrt[3]{\frac{3 * G_T}{C_b * tg(\alpha)}} \right) \right)$$

Para determinar el momento de vuelco ( $M_v$ ) se utilizará el esfuerzo que soportará en la cima el poste y como se estudiará el caso más desfavorable, se aplicará la expresión

$$M_v = E_{max} * \left( hlp + \frac{2}{3} * t \right)$$

Donde

$hlp$  es la altura libre del poste en [m]

Para la SET y la retención  $E_{max}$  = Esfuerzo combinado máximo en la cima del poste en [kgf]

Para los sostenes:  $FvT$  = Esfuerzo total producido por el viento en la cima del poste en [kgf]

$t$  es la profundidad adoptada de la fundación en [m]

## 5-VERIFICACIÓN AL HUNDIMIENTO

Se debe verificar

$$\sigma = \frac{G_T - G_t}{A} < \sigma_{adm}$$

Donde

$A$  es el área de la base de la fundación en [m<sup>2</sup>]

$$A = a * b$$

$\sigma_{adm}$  es la tensión admisible del terreno en [ $\frac{kg}{cm^2}$ ]

$G_T$  es el peso total en [kg]

$G_{tie}$  es el peso de la tierra gravante en [kg]

A continuación, se muestran todos los cálculos y verificaciones realizadas para las estructuras seleccionadas en MT:

- ESTRUCTURA SOSTEN 10,5R450

Características del poste sostén	
	metros
Diámetro en la cima (dc)	0,14
Diámetro empotramiento (de)	0,28
Diámetro en base	0,30
Altura libre mínima (hl-min)	9,1
Altura libre (hl)	9,45
Empotramiento (e)	1,05
Flecha máx (fmáx)	0,47
Altura Aislador	0,1
Altura poste (hp)	10,5
Altura poste elegida (m)	10,5
Fuerza que soporta el poste (kg)	450
Peso poste	825

Cálculo fuerza poste Sostén	
Hipótesis 1.a	
Nº de conductores	3
Ro del viento en el Estado III (kg/m)	0,446
Fuerza del viento sobre los conductores (kg)	12,960
K, coef. p/ desigualdad del viento	1,00
C, coef de presión dinámica	0,700
Velocidad del viento (m/s)	33,33
q, presión dinámica debido al viento (kg/m <sup>2</sup> )	69,43
Fuerza del viento sobre el poste	44,2060
Fuerza del viento sobre los accesorios (kg)	10
Semivanos	45,00
Fuerza total viento (kg)	129,38
Verifico si $C_s > 2$	3,48

Sulzberger poste sostén con fundación prisma rombo	
Cálculo del peso total	
Peso del poste -Gp- (kg)	825
Peso de accesorios -Ga- (kg)	195
Peso del conductor (kg)	12,96
Coef Fricc e/ terreno y hormigon -mu-	0,4
Índice de compresibilidad -Ct- (kg/cm <sup>3</sup> )	3,90
Ángulo de tierra gravante -beta- 8°	0,1396
Peso específico de la tierra -gamma- (kg/m <sup>3</sup> )	1700
Largo lado -a- fundación (m)	1
Largo lado -b- fundación (m)	1
Profundidad poste más prof. fundación -t- (m)	1,30
Longitud -x- (m)	0,18
Área base menor (m <sup>2</sup> )	1
Da (m)	1,37
Db (m)	1,37
Área base mayor (m <sup>2</sup> )	1,86
Peso de la fundación (kg)	2454,03
Peso de la tierra gravante -Gp- (kg)	905,72
Peso TOTAL (kg)	4392,70
Cálculo del pivot de la estructura	
Tangente de alfa1	0,0012
Momento de encastramiento lateral -Ms- (kg.cm)	336543,78
Tangente de alfa2	0,0013
Momento de fondo -Mb- (kg.cm)	157585,30
Momento de vuelco -Mv- (kg.cm)	133479,90
Cociente Ms/Mb	2,1356

Coeficiente de seguridad -s-	1
Suma de -Ms- y -Mb-	494129,09
Momento de vuelco afectado por coef -s- (kg.cm)	133479,90
Verifico si el terreno resiste el peso de la estructura	
Área de la base de fundación (cm <sup>2</sup> )	10000,00
Peso de la estructura (kg)	3486,99
Presión admisible del terreno -sigma- (kg/cm <sup>2</sup> )	1,80
Presión de la estructura sobre el terreno (kg/cm <sup>2</sup> )	0,35

- ESTRUCTURA RETENCIÓN EN TRAMO RECTO 10,5R2100

<b>Características del poste retención en tramo recto</b>	
	metros
Diámetro en la cima (dc)	0,26
Diámetro empotramiento (de)	0,40
Diámetro en base	0,42
Altura libre mínima (hl-min)	9
Altura libre (hl)	9,45
Empotramiento (e)	1,05
Flecha máx (fmáx)	0,47
Altura poste (hp)	10,6
Altura poste elegida (m)	10,5
Fuerza que soporta el poste (kg)	2100
Peso	1670

<b>Cálculo fuerza poste retención tramo recto</b>	
Hipótesis 3.2.a	
Nº de conductores	3
Sigma máx (vano 50 m)	8,72
Sigma máx (vano 45 m)	8,33
Sección real (mm <sup>2</sup> )	34,91
Tiro 1 (con 50 m)	913,25
Tiro 2 (con 45m)	872,09
Tiro resultante	913,25
Ro del viento en el Estado III (kg/m)	0,000
Semivano 1 (50 m)	25
Semivano 2 (45 m)	22,5
Fuerza del viento sobre los conductores	0,00
Fuerza del viento sobre el poste	0,00
Fuerza del viento sobre los accesorios (kg)	0
Fuerza total viento (kg)	0,00
Fuerza total	913,25
Verifico si Cs>2	2,30

Cálculo fuerza poste retención tramo recto	
Hipótesis 3.2.b	
Nº de conductores	3
Sigma máx (vano 50 m)	7,18
Sigma máx (vano 45 m)	6,95
Sección real (mm <sup>2</sup> )	34,91
Tiro 1 (con 50 m)	751,96
Tiro 2 (con 45 m)	727,87
Tiro resultante	751,96
Ro del viento en el Estado III (kg/m)	0,096
Semivano 1 (con 50 m)	25
Semivano 2 (con 45)	22,5
Fuerza del viento sobre los conductores	13,68
Fuerza del viento sobre el poste	71,76
Fuerza del viento sobre los accesorios (kg)	10
Fuerza total viento (kg)	95,44
Fuerza total	847,40
Verifico si $C_s > 2$	2,48

Cálculo fuerza poste retención tramo recto	
Hipotesis 3.2.c	
Nº de conductores	3
Sigma máx	8,72
Sección real (mm <sup>2</sup> )	34,91
2/3 Tiro máximo	608,83
Fuerza total (kg)	608,83
Verifico si $C_s > 1,65$	3,45

Sulzberger poste ret. tramo recto con fundación prisma rombo	
Cálculo del peso total	
Peso del poste -Gp- (kg)	1670
Peso de accesorios -Ga- (kg)	495
Peso del conductor (kg)	13,68
Coef Fricc e/ terreno y hormigón -mu-	0,4
Índice de compresibilidad -Ct- (kg/cm <sup>3</sup> )	4,65
Ángulo de tierra gravante -beta- 8°	0,1396
Peso específico de la tierra -gamma- (kg/m <sup>3</sup> )	1700
Largo lado -a- fundación (m)	1,1
Largo lado -b- fundación (m)	1,1
Profundidad poste más prof. fundación -t- (m)	1,55
Longitud -x- (m)	0,22
Área base menor (m <sup>2</sup> )	1,21
Da (m)	1,54



Db (m)	1,54
Área base mayor (m <sup>2</sup> )	2,36
Peso de la fundación (kg)	3463,52
Peso de la tierra gravante -Gp- (kg)	1429,22
Peso TOTAL (kg)	7071,42
<b>Cálculo del pivot de la estructura</b>	
Tangente de alfa1	0,0010
Momento de encastramiento lateral -Ms- (kg.cm)	748148,21
Tangente de alfa2	0,0013
Momento de fondo -Mb- (kg.cm)	293806,10
Momento de vuelco -Mv- (kg.cm)	888362,27
Cociente Ms/Mb	2,5464
Coefficiente de seguridad -s-	1
Suma de -Ms- y -Mb-	1041954,31
Momento de vuelco afectado por coef -s- (kg.cm)	888362,27
<b>Verifico si el terreno resiste el peso de la estructura</b>	
Área de la base de fundación (cm <sup>2</sup> )	12100,00
Peso de la estructura (kg)	5642,20
Presión admisible del terreno -sigma- (kg/cm <sup>2</sup> )	1,80
Presión de la estructura sobre el terreno (kg/cm <sup>2</sup> )	0,47

- ESTRUCTURA PARA TRAF0 11R2400

<b>Características del poste para transformador</b>	
	metros
Diámetro en la cima (dc)	0,28
Diámetro empotramiento (de)	0,43
Diámetro en base	0,45
Altura libre mínima (hl-min)	9,34
Altura libre (hl)	9,9
Empotramiento (e)	1,1
Flecha máx (fmáx)	0,56
Altura poste (hp)	11,00
Altura poste elegida (m)	11
Fuerza que soporta el poste (kg)	2400
Peso del poste	1890

<b>Cálculo fuerza poste transformador</b>	
Hipótesis 5.a	
Nº de conductores	3
Sigma máx	8,72
Sección real (mm <sup>2</sup> )	34,91
Tiro máx	913,25
Ro del viento en el Estado II (kg/m)	0,000

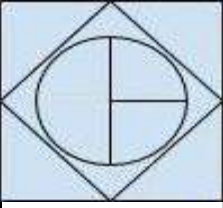
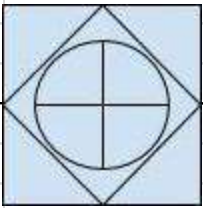
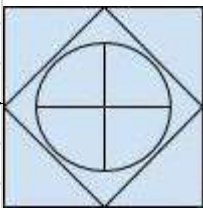
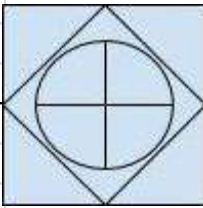
Semivano	25
Fuerza del viento sobre los conductores	0,00
Fuerza del viento sobre el poste (kg)	0,0000
Fuerza del viento sobre los accesorios (kg)	0
Fuerza total viento (kg)	0,00
Fuerza	913,25
Verifico si $C_s > 2$	2,63

Cálculo fuerza poste transformador	
Hipótesis 5.b	
Nº de conductores	3
Sigma máx	7,18
Sección real (mm <sup>2</sup> )	34,91
Tiro 1	751,96
Tiro resultante	751,96
Ro del viento en el Estado III (kg/m)	0,446
Fuerza viento plataforma y trafo (kg)	147,27
Fuerza viento crucetas (kg)	27,22
Fuerza del viento sobre los conductores	7,20
Fuerza del viento sobre el poste (kg)	55,8194
Fuerza del viento sobre los accesorios (kg)	20
Fuerza total (kg)	257,51
Fuerza	794,83
Verifico si $C_s > 2$	3,02

Sulzberger poste para transformador con fundación prisma rombo	
Cálculo del peso total	
Peso del poste -Gp- (kg)	1890
Peso de accesorios -Ga- (kg)	1466,00
Peso del conductor (kg)	27,60
Coef Fricc e/ terreno y hormigón -mu-	0,4
Índice de compresibilidad -Ct- (kg/cm <sup>3</sup> )	4,80
Ángulo de tierra gravante -beta- 8°	0,1396
Peso específico de la tierra -gamma- (kg/m <sup>3</sup> )	1700
Largo lado -a- fundación (m)	1,2
Largo lado -b- fundación (m)	1,2
Profundidad poste más prof. fundación -t- (m)	1,60
Longitud -x- (m)	0,22
Área base menor (m <sup>2</sup> )	1,44
Da (m)	1,65
Db (m)	1,65
Área base mayor (m <sup>2</sup> )	2,72

Peso de la fundación (kg)	4265,85
Peso de la tierra gravante -Gp- (kg)	1650,95
Peso TOTAL (kg)	9300,40
Cálculo del pivot de la estructura	
Tangente de alfa1	0,0011
Momento de encastramiento lateral -Ms- (kg.cm)	926679,04
Tangente de alfa2	0,0013
Momento de fondo -Mb- (kg.cm)	423839,43
Momento de vuelco -Mv- (kg.cm)	1001526,01
Cociente Ms/Mb	2,1864
Coefficiente de seguridad -s-	1
Suma de -Ms- y -Mb-	1350518,47
Momento de vuelco afectado por coef -s- (kg.cm)	1001526,01
Verifico si el terreno resiste el peso de la estructura	
Área de la base de fundación (cm <sup>2</sup> )	14400,00
Peso de la estructura (kg)	7649,45
Presión admisible del terreno -sigma- (kg/cm <sup>2</sup> )	1,80
Presión de la estructura sobre el terreno (kg/cm <sup>2</sup> )	0,53

## PLANIMETRÍA

Planimetría (MT)							
							
Vano [m]		50		45		45	
Estructura	1		2		3		4
Progresivo [m]	0		50		95		140
Angulo Desvio [°]	-		0		0		0
Tipo de soporte	SETA		Retención tr		Sostén		Retención existente
Cruceta tipo	Retención		Retención		Suspensión		Retención
Cruceta Material	H° A°		H° A°		H° A°		H° A°
Longitud Cruceta [m]	1,8		1,8		1,7		1,8
Poste Material	H° A°		H° A°		H° A°		H° A°
Datos Poste	11R2400		10,5R2100		10,5R450		10,5R2100
Empotramiento [m]	1,1		1,05		1,05		1,05
Diámetro cima [m]	0,28		0,26		0,14		0,26
Fundación [m3]	1,2x1,2x1,6		1,1x1,1x1,55		1x1x1,3		1,1x1,1x1,55
Aislación	MN3a x 3		MN3a x 3		MN3a x 3		MN3a x 6

## **CONCLUSIÓN**

En el desarrollo de este Proyecto y Diseño Final de Ingeniería logré poner en práctica conocimientos incorporados en el transcurso de la carrera universitaria, cumpliendo de esta manera, con los objetivos propuestos para el mismo. Me otorgó además, la posibilidad de incorporar nuevos conocimientos y tener una perspectiva laboral, considerando las necesidades, en este caso de una localidad (social), institución en particular o alguna empresa y haciendo que deba adaptarme a dicha necesidad para tratar de buscar una solución.

En cuanto al proyecto en sí, fue una necesidad real de la localidad, y a través de todo el desarrollo del mismo, vemos que se cumplió la necesidad de cubrir la demanda de potencia del barrio en cuestión, teniendo en cuenta las condiciones que la Cooperativa de Realicó impone como así también las normas municipales y considerando las reglamentaciones y normas vigentes (AEA). Todos los cálculos realizados indican que la red, tanto de BT como de MT, cumplirán a la perfección la demanda requerida y se contempla también la posibilidad de un aumento de carga a futuro.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AEA 90301: “Reglamentación de Líneas Aéreas Exteriores de Media Tensión y Alta Tensión”.

AEA 90364-7-770/771: “Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles”.

AEA 95150: “Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas de Suministro y Medición en Baja Tensión”.

AEA 95201: “Reglamentación para Líneas Eléctricas Aéreas Exteriores- Líneas de Baja Tensión”.

AEA 95401: “Reglamentación sobre Centros de Transformación y Suministros en Media Tensión”.

AEA 95703: “Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas de Alumbrado Público y Señales de Control de Tránsito Vial”.

Reglamento Técnico y Normas Generales para el Proyecto y Ejecución de Obras de Electrificación Rural, Secretaría de Estado de Energía.

## ANEXO

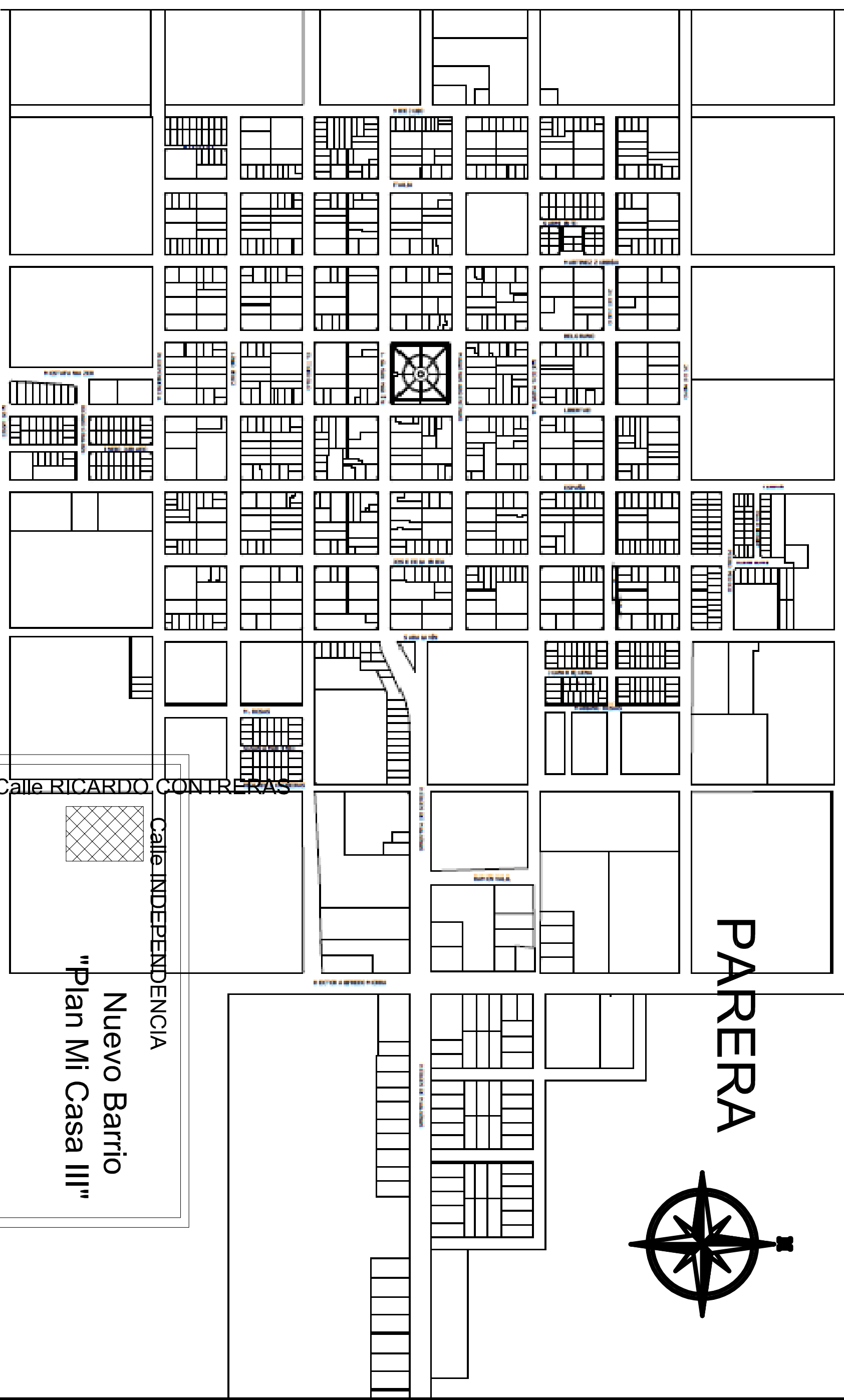
En este apartado se encuentran

- Planos: donde se encontrará toda la información referida al proyecto desarrollado. Se mostrarán los siguientes archivos:
  - ✓ Plano 1: Plano de la localidad
  - ✓ Plano 2: Plano general de B.T
  - ✓ Plano 3: Plano general de M.T.
  - ✓ Plano 4: Unifilar B.T.
  - ✓ Plano 5: Unifilar A.P.
  - ✓ Plano 6: SETA monoposte
  - ✓ Plano 6<sup>a</sup>: SETA monoposte fundación y PaT
  - ✓ Plano 7: Sostén 8R450 (una tilla) B.T
  - ✓ Plano 8: Sostén 8R450 fundación B.T
  - ✓ Plano 9: Sostén 8R450 con brazo de A.P – B.T
  - ✓ Plano 10: Sostén 8R450 con brazo de A.P fundación – B.T
  - ✓ Plano 11: Terminal 8R900 B.T
  - ✓ Plano 12: Terminal 8R900 fundación y PaT – B.T
  - ✓ Plano 13: Terminal 8R1050 con brazo de A.P- B.T
  - ✓ Plano 14: Terminal 8R1050 con brazo de A.P fundación y PaT – B.T
  - ✓ Plano 15: Sostén 10,5R450 M.T
  - ✓ Plano 16: Sostén 10,5R450 fundación – M.T
  - ✓ Plano 17: Retención tramo recto 10,5R2100 M.T
  - ✓ Plano 18: Retención tramo recto 10,5R2100 fundación y PaT– M.T

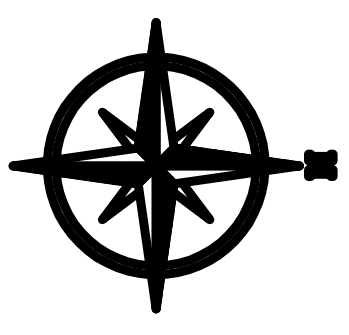
## **AGRADECIMIENTOS**

A mi madre Maria, mi padre Ricardo y mi hermano Juan. A mi tío Julio. A mi abuela Hilda. A mi abuela Olga. A mi padrino y su familia. A mi madrina y su familia.





PARERA



Nuevo Barrio  
"Plan Mi Casa III"

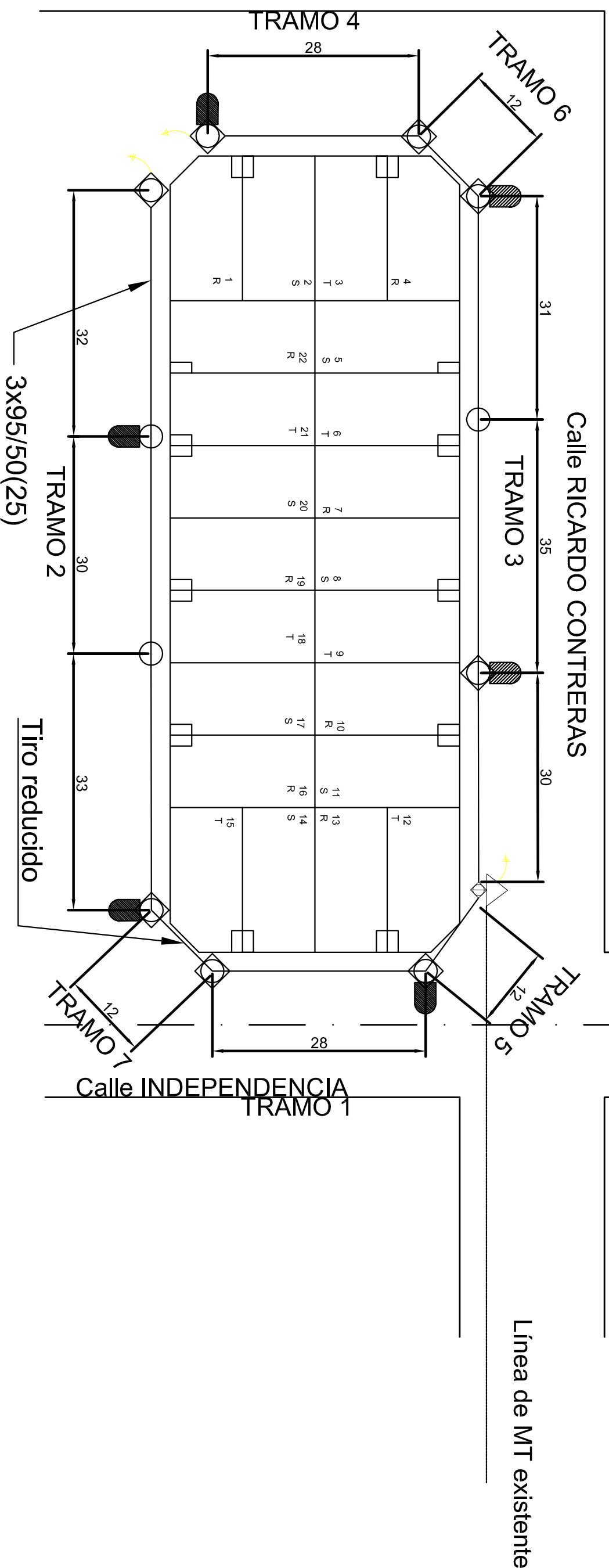
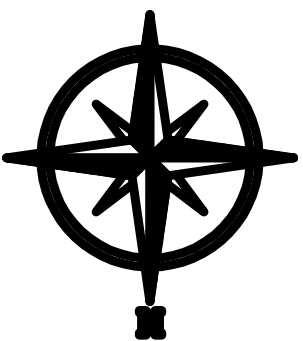
Calle INDEPENDENCIA

Calle RICARDO CONTRERAS

DIBUJO		PIZZANI MARIA CORA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA-UNLPam		
FECHA	MAYO 2024	LOTEO PLAN MI CASA III	PARERA LA PAMPA	FACULTAD DE INGENIERIA		
FORMATO	A3	PLANO DE:		PROYECTO Y DISEÑO DE INGENIERIA		
<p style="text-align: center;"><b>PLANO PARERA</b></p>				<p style="text-align: center;">PLANO N°</p>		
ESCALA:	S/N	RUGOSIDAD:	± 1 mm			07

# NOMENCLATURA CATASTRAL

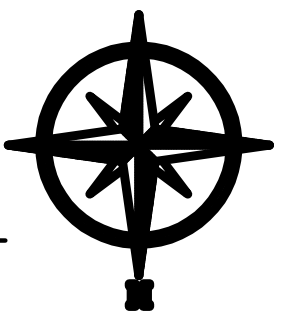
EJIDO:082 - CIRC. : I - Quinta: 3 - Parcela: 2- Mz: 16 - Pc: 1/22



## Referencias

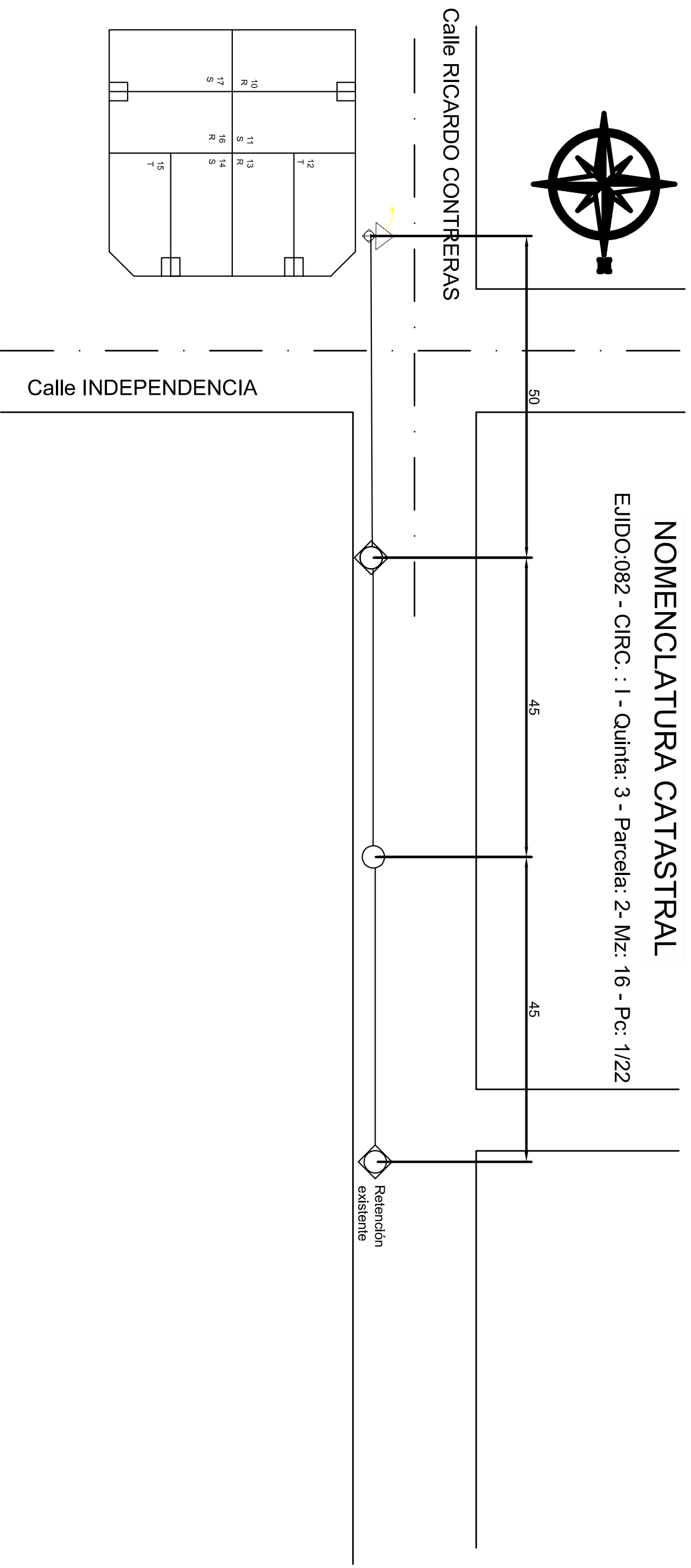
- Soporte sosten H°A° (8R450)
- Pilar eléctrico
- Luminaria LED con brazo
- Transformador 160 KVA monoposte
- Soporte terminal H°A° (8R900)
- PAT de servicio
- Preensamblado 3x95/50(25)
- Soporte terminal H°A° (8R1050)

DIBUJO	PIZZANI MARIA CORA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA - UNLPam FACULTAD DE INGENIERIA		
FECHA	MAYO 2024	LOTEO PLAN MI CASA III PABERA LA PAMPA			
FORMATO	A3	PLANO DE:	PROYECTO Y DISEÑO DE INGENIERIA		
		PLANO GENERAL BT			
		ESCALA:	S/N	RUGOSIDAD:	TOLERANCIAS:



# NOMENCLATURA CATASTRAL

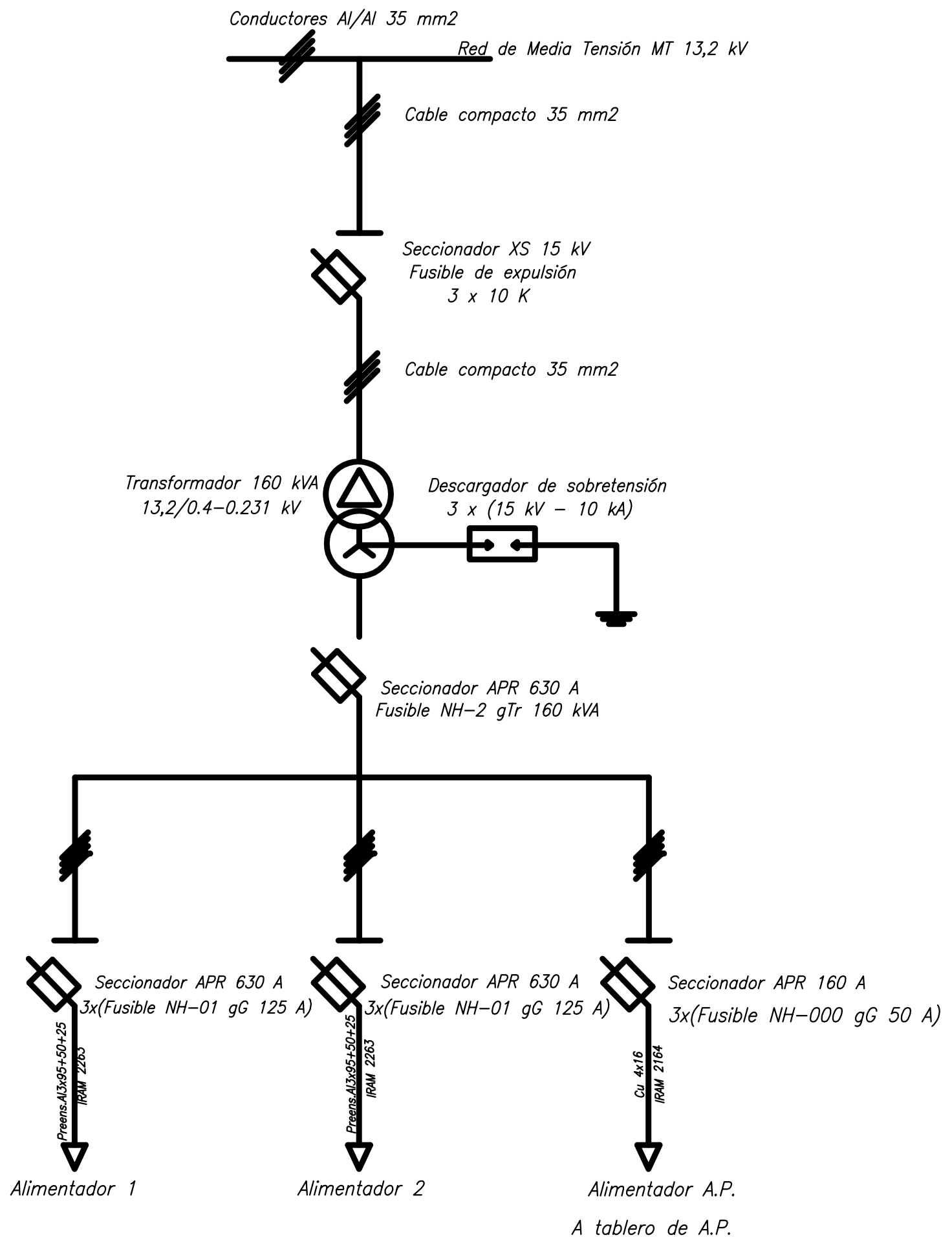
EJIDO:082 - CIRC. : 1 - Quinta: 3 - Parcela: 2- Mz: 16 - Pc: 1/22



## Referencias

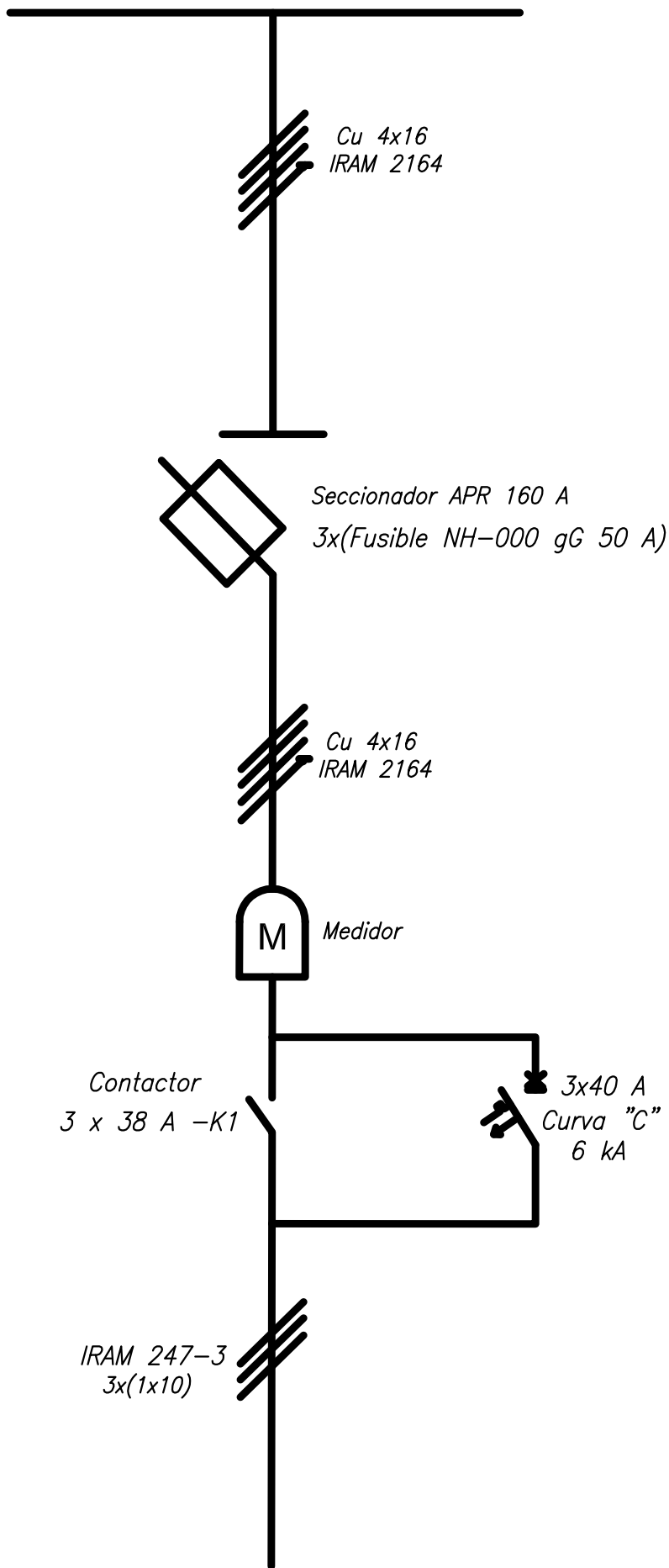
- Soporte sosten H°A° (10,5R450)
- ◇ Retención t. recto H°A° (10,5R2700)
- ◇ Transformador 160 kVA
- ⊥ PAT de servicio
- Conductor Al/Al 35mm<sup>2</sup>

DIBUJO	PIZZANI MARIA CORA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA - UNLPam	PROYECTO Y DISEÑO DE INGENIERIA
FECHA	MAYO 2024	LOTEO PLAN MI CASA III PARERA LA PAMPA	UNLPam
FORMATO	A3	PLANO DE:	PLANO N°
ESCALA: S/N		TOLERANCIAS:	
RUGOSIDAD:		03	
PLANO GENERAL MT		03	

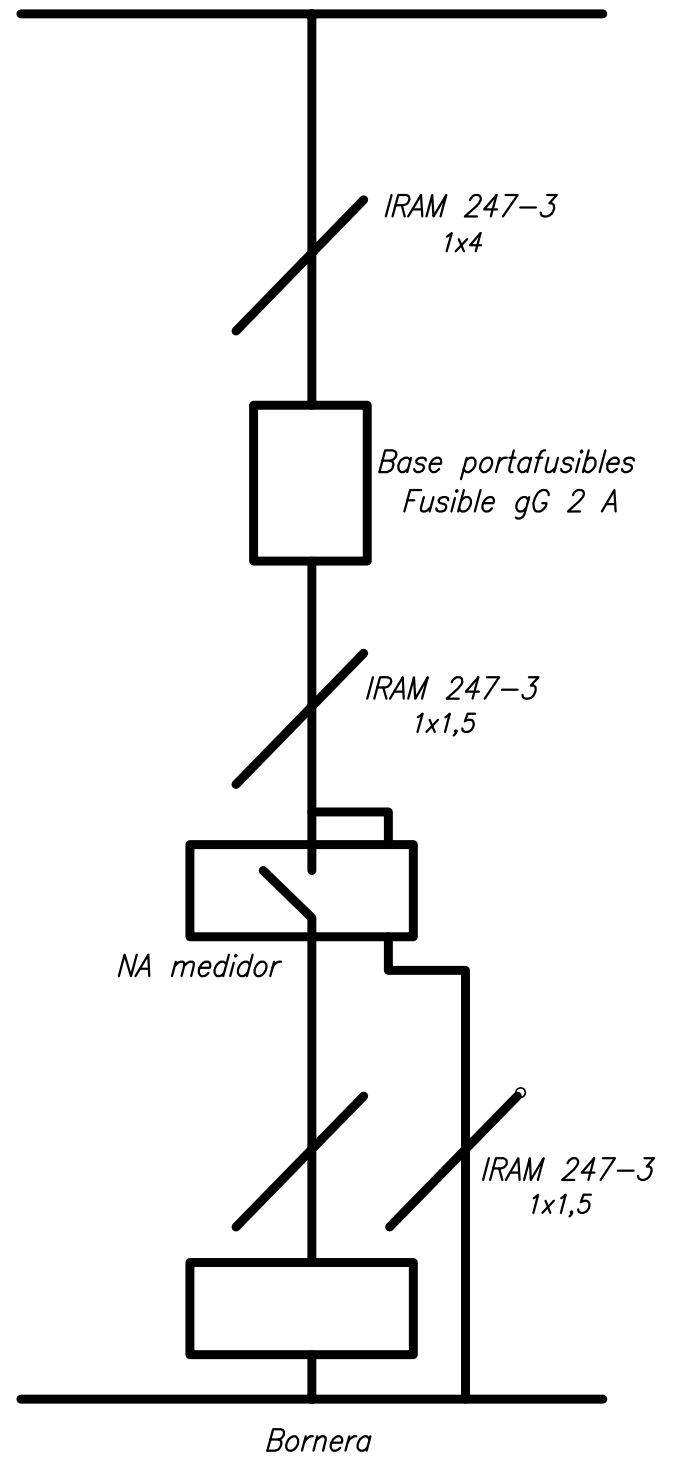


DIBUJÓ		PIZZANI MARIA CORA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA-UNLPam FACULTAD DE INGENIERÍA	
FECHA	MAYO2024	LOTEO PLAN MI CASA III PARERA LA PAMPA			
FORMATO A3	PLANO DE:			PROYECTO Y DISEÑO DE INGENIERÍA	
	UNIFILAR B.T.				
ESCALA:	S/N	RUGOSIDAD:	TOLERANCIAS:	PLANO N°	04

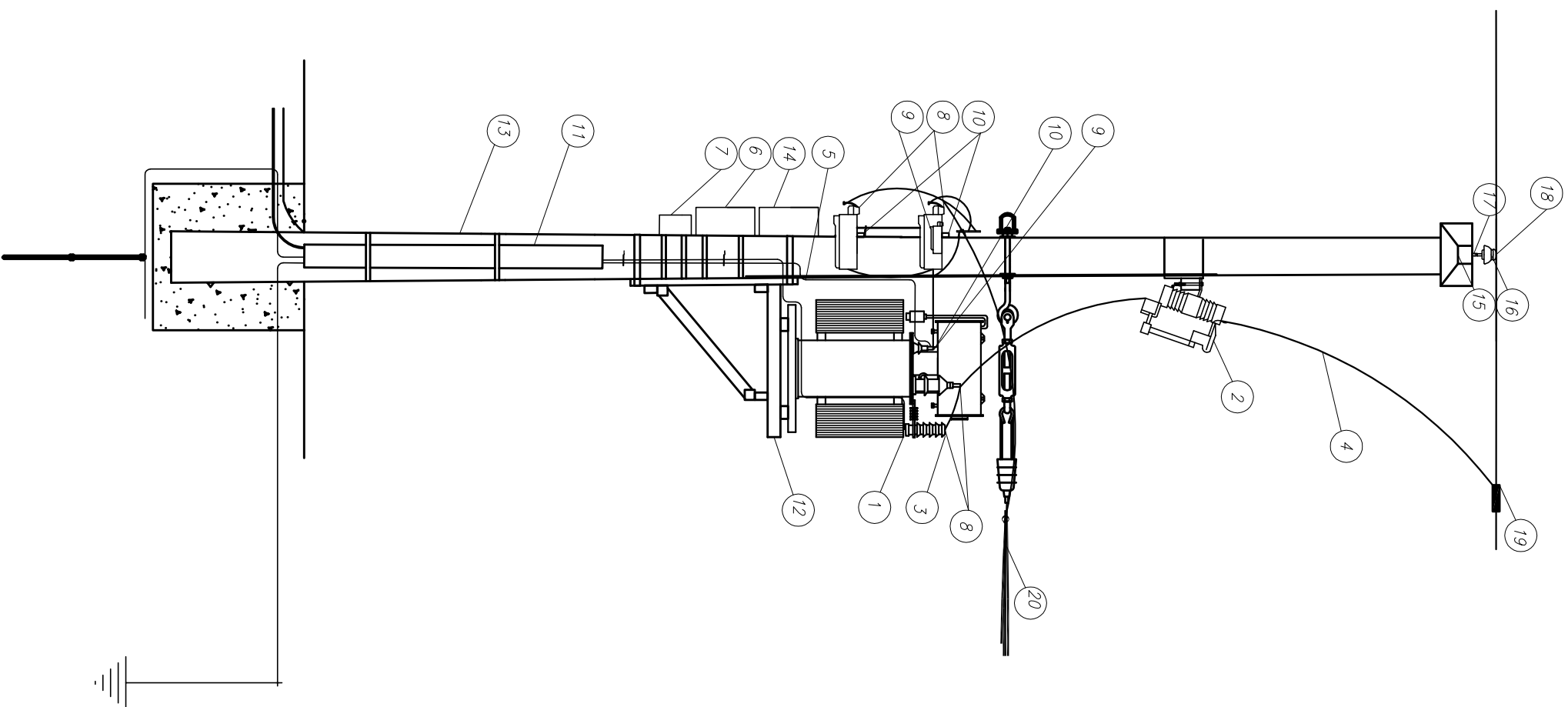
ESQUEMA DE POTENCIA A.P.  
Línea de distribución



ESQUEMA DE COMANDO A.P.

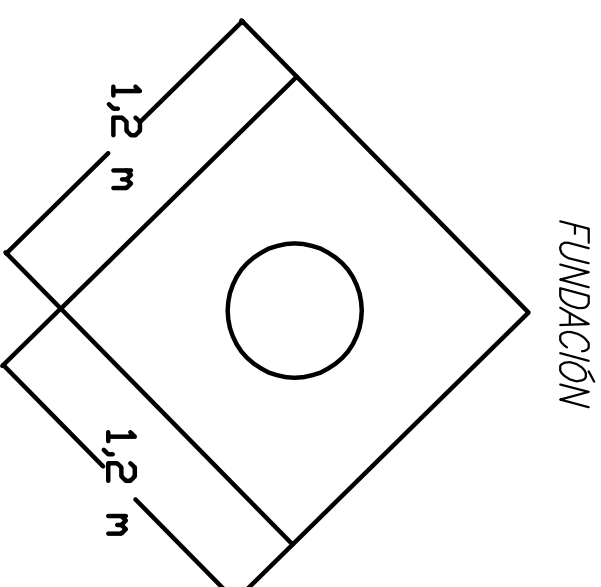
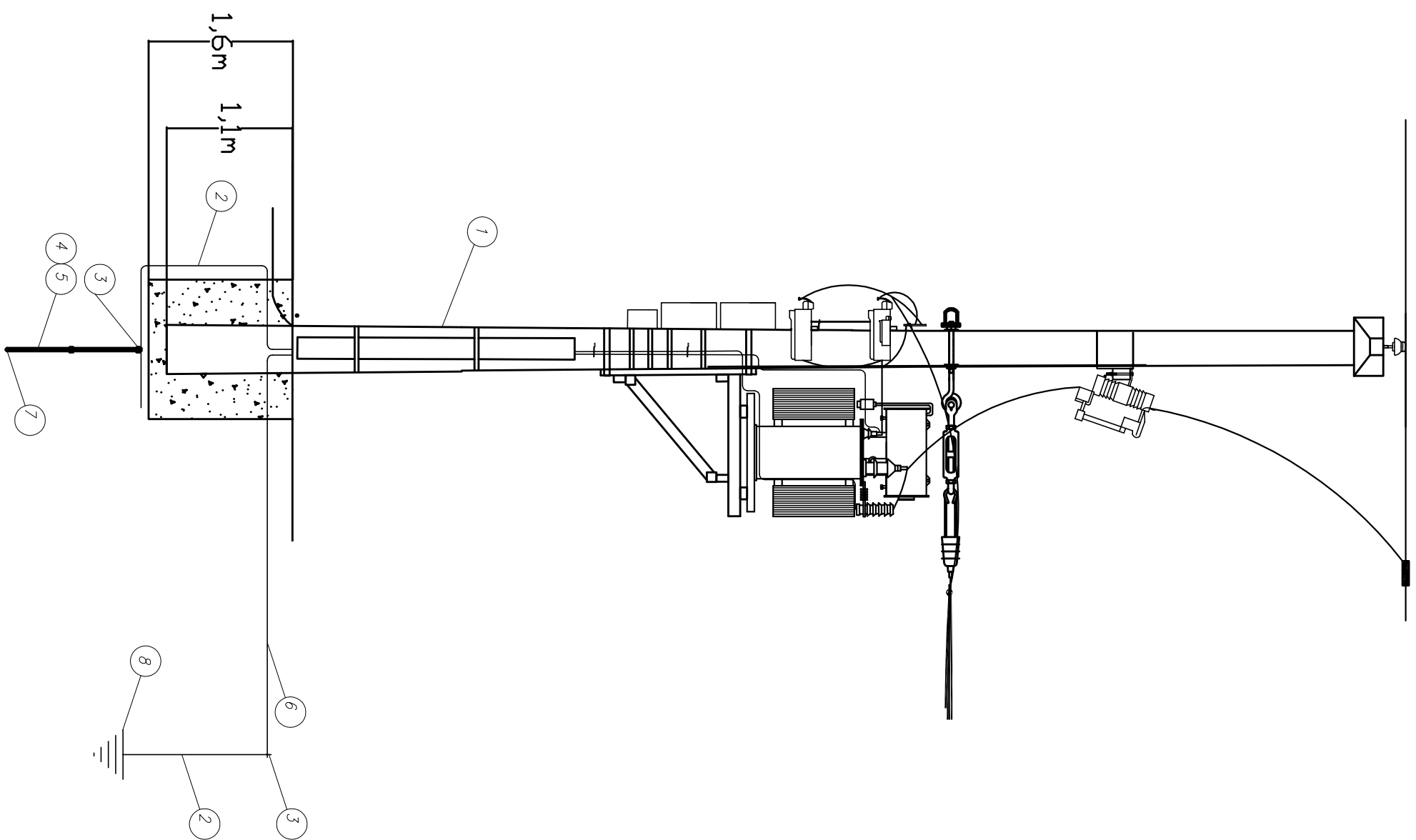


DIBUJÓ		PIZZANI MARIA CORA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA-UNLPam FACULTAD DE INGENIERÍA		
FECHA	MAYO2024	LOTEO PLAN MI CASA III PARERA LA PAMPA				
FORMATO A3	PLANO DE:			PROYECTO Y DISEÑO DE INGENIERÍA		
	UNIFILAR A.P.					
ESCALA:	S/N	RUGOSIDAD:	TOLERANCIAS:	PLANO N°		05



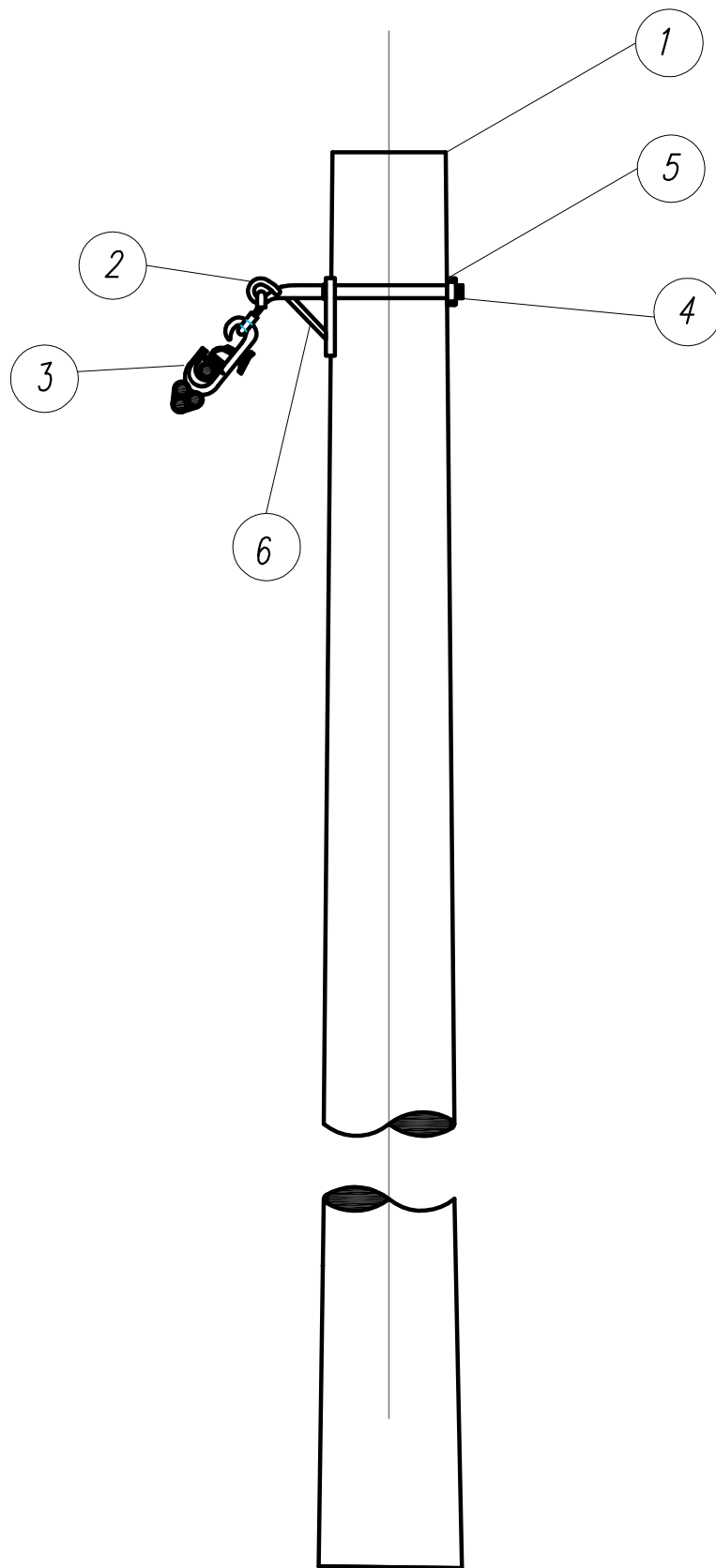
Ord.	Nº	Denominación	Descripción
20		Cable preensamblado	95 mm <sup>2</sup>
19		Morseto bifilar	
18		Atadura pref.p./cable desnudo	
17		Perno recto	MN 411
16		Aislador campana	MN 3 porcelana
15		Cruceta de acero galvanizado	Para aisladores MN 3
14		Gabinete SCADA	
13		Poste H <sup>4</sup> 11R2400	
12		Plataforma hasta 2000 kg	Acero galvanizado
11		Guardacable de 100 mm	Acero galvanizado
10		Cruceta para seccionadores	acero galvanizado
9		Seccionador unipolar APPR 160	Para NH T 00
8		Seccionador unipolar APPR 630	Para NH T 1-2-3
7		Gabinete para medidor	Trifásico
6		Gabinete para AP	Control y Comando
5		Cable de Cu Subterráneo RAM 1605	1x95mm <sup>2</sup> , 1,1 kV IRAM 2178
4		Cable compacto	35mm <sup>2</sup>
3		Descargador de sobretensión	15 kV 10 kA, Oxido de Zn
2		Seccionador fusible	tipo XS 15 kV 100 A
1		Trafo 13,2/0,4-0,231 kV	160 kVA - IRAM 2250

DIBUJÓ		PIZZANI MARIA CORA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA - UNLPam		
FECHA		MAYO 2024		LOTEO PLAN MI CASA III PARERA LA PAMPA		
FORMATO		A3		PLANO DE:		<b>PROYECTO Y DISEÑO DE INGENIERÍA</b>
ESCALA:		S/N		RUGOSIDAD:		
				<b>SET monoposte (11R2400)</b>		
				TOLERANCIAS:		





Ord.	Nº	Denominación	Descripción
8		Pat de Servicio	
7		Pat Protección	
6		Cable de Cu Subterráneo	1x95mm <sup>2</sup> 1,1 kV IRAM 2178
5		Manguito de acople p/ jabalina	Ø 3/4"
4		Jabalina acoplable	Ø 3/4" x 3 m
3		Conector G a compresión	P/ puesta a tierra, CCG-4
2		Cable acero recubierto c/Cu	1x35mm <sup>2</sup> IRAM 2467
1		Poste H'A 11R2400	IRAM 1605

DIBUJÓ		PIZZANI MARIA CORA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA-UNLPam		
FECHA	MAYO 2024	LOTEO PLAN MI CASA III	PARERA LA PAMPA	FACULTAD DE INGENIERIA		
FORMATO	A3	PLANO DE:		PROYECTO Y DISEÑO DE INGENIERIA		
SET monoposte (11R2400)		FUNDACIÓN Y Pat		PLANO Nº		
ESCALA:	S/N	RUGOSIDAD:		TOLERANCIAS:		06
						06
						06

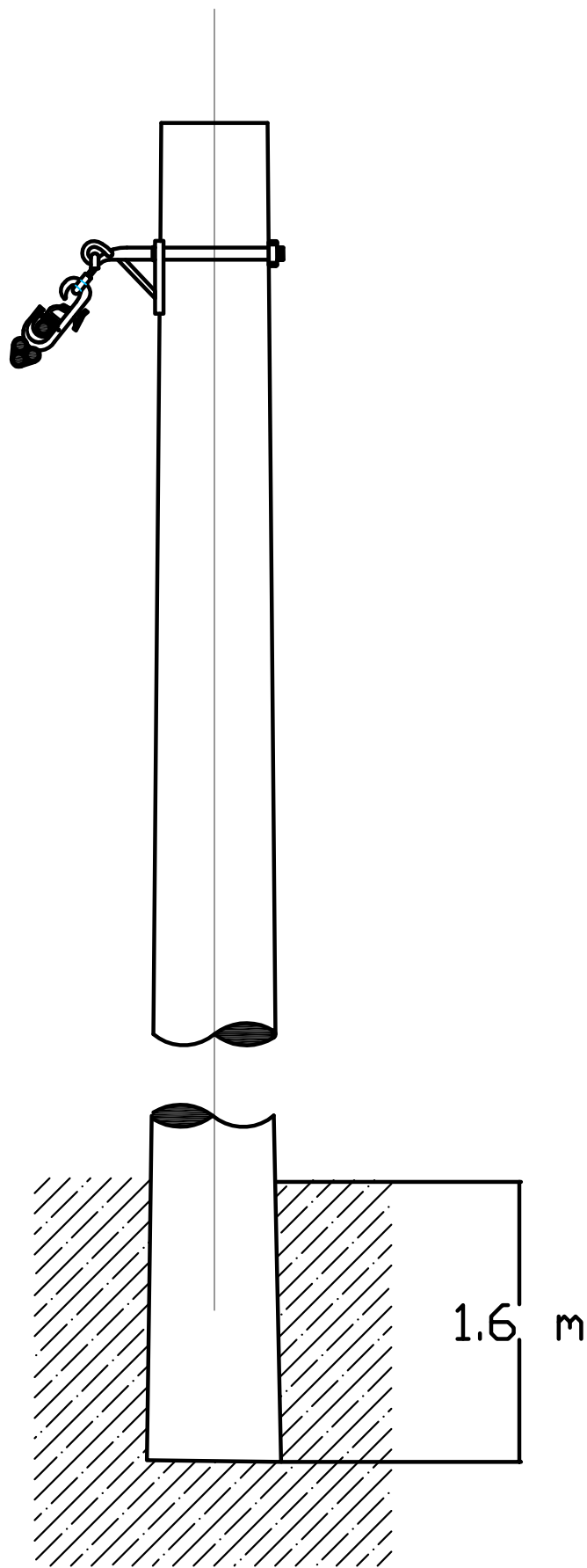


**Soporte Sostén en Poste de H°A°  
Empotrado 1,6 m directamente con mejora de suelo cemento**

6	Ménsula de suspensión de preensamblado	H° G°
5	Arandela elástica	MN 32 a
4	Arandela plana	MN 30
3	Pinza de suspensión para preensamblado con fusible mecánico	P/ neutro de 50 mm <sup>2</sup>
2	Tilla con ojal abierto	MN 514
1	Poste de H° A°	8 R 450
N° Ord.	Denominación	Descripción

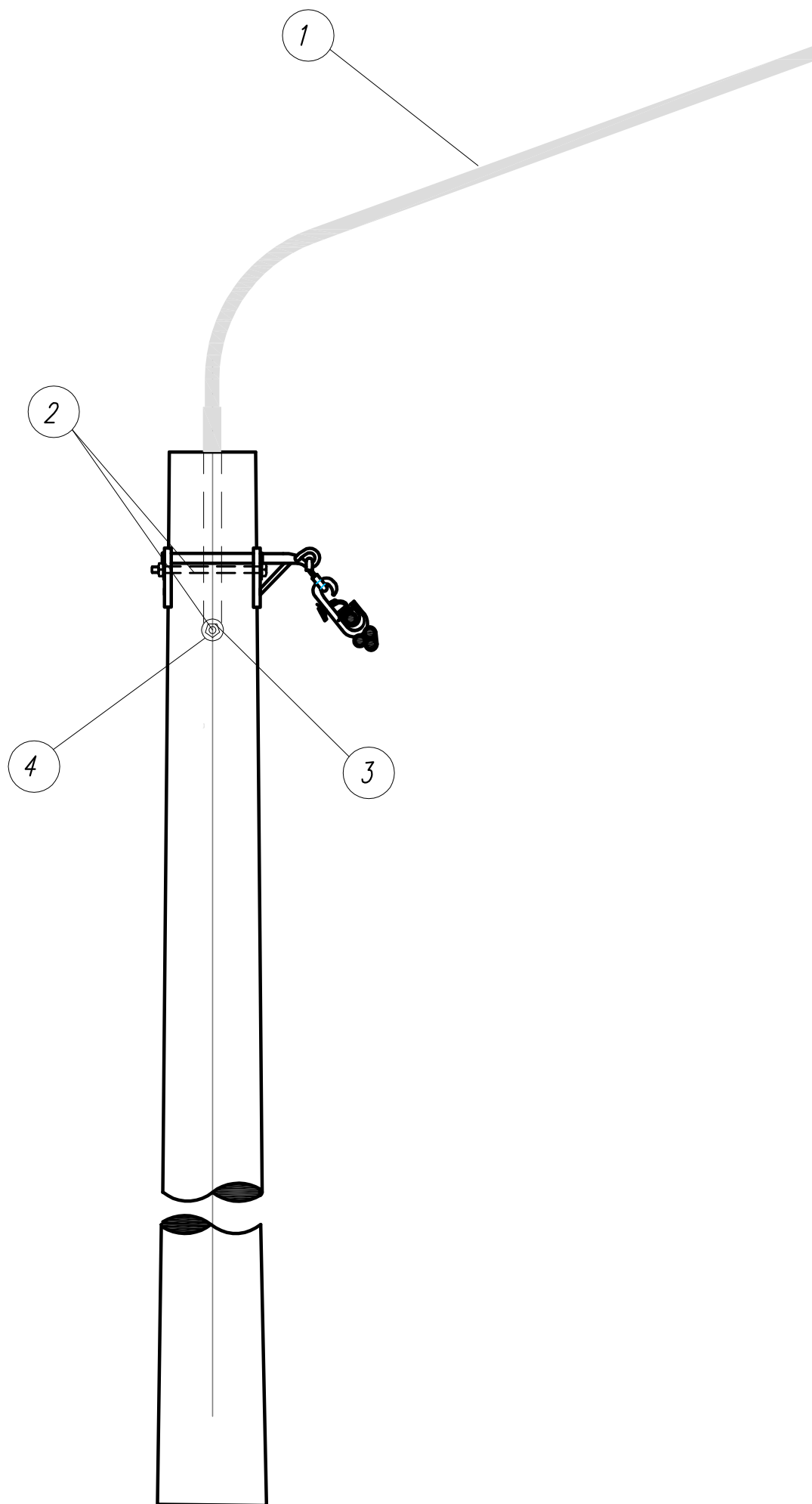
DIBUJÓ		PIZZANI MARIA CORA		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA – UNLPam</b> FACULTAD DE INGENIERIA	
FECHA	MAYO 2024	LOTEO PLAN MI CASA III PARERA LA PAMPA			
FORMATO	A3	PLANO DE: <b>SOSTÉN BT (8R450)</b>		<b>PROYECTO Y DISEÑO DE INGENIERÍA</b>	 FACULTAD DE INGENIERIA
ESCALA: S/N		RUGOSIDAD:		TOLERANCIAS:	
				<b>PLANO N°</b>	<b>07</b>





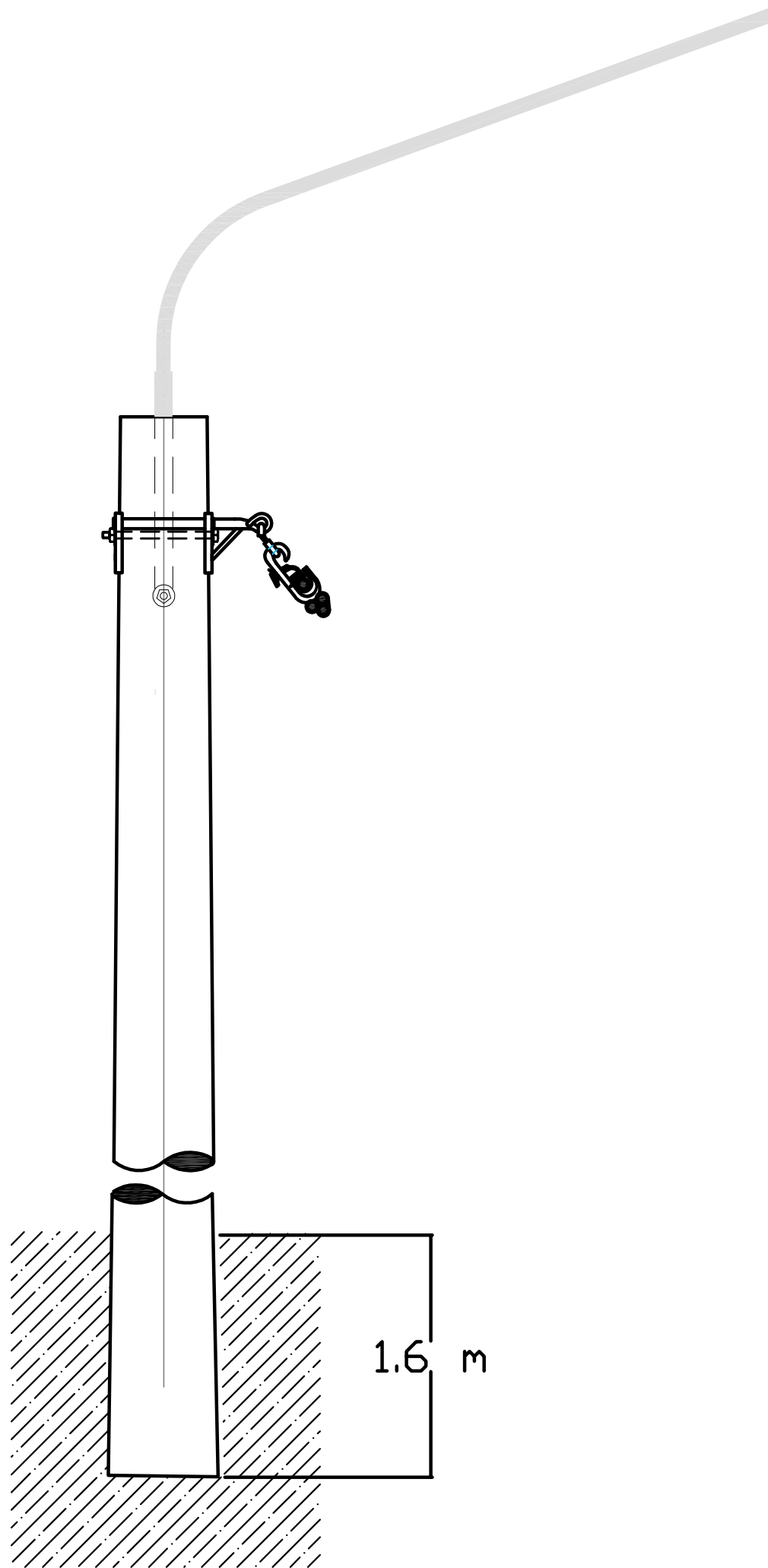
*Soporte Sostén en Poste de H°A°  
Empotrado 1,6 m directamente con mejora de suelo cemento*

DIBUJÓ		PIZZANI MARIA CORA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA—UNLPam FACULTAD DE INGENIERIA	
FECHA	MAYO 2024	LOTEO PLAN MI CASA III PARERA LA PAMPA			
FORMATO	A3	PLANO DE:		PROYECTO Y DISEÑO DE INGENIERÍA	
		SOSTÉN BT (8R450) FUNDACIÓN			
ESCALA:	S/N	RUGOSIDAD:	TOLERANCIAS:	PLANO N°	08



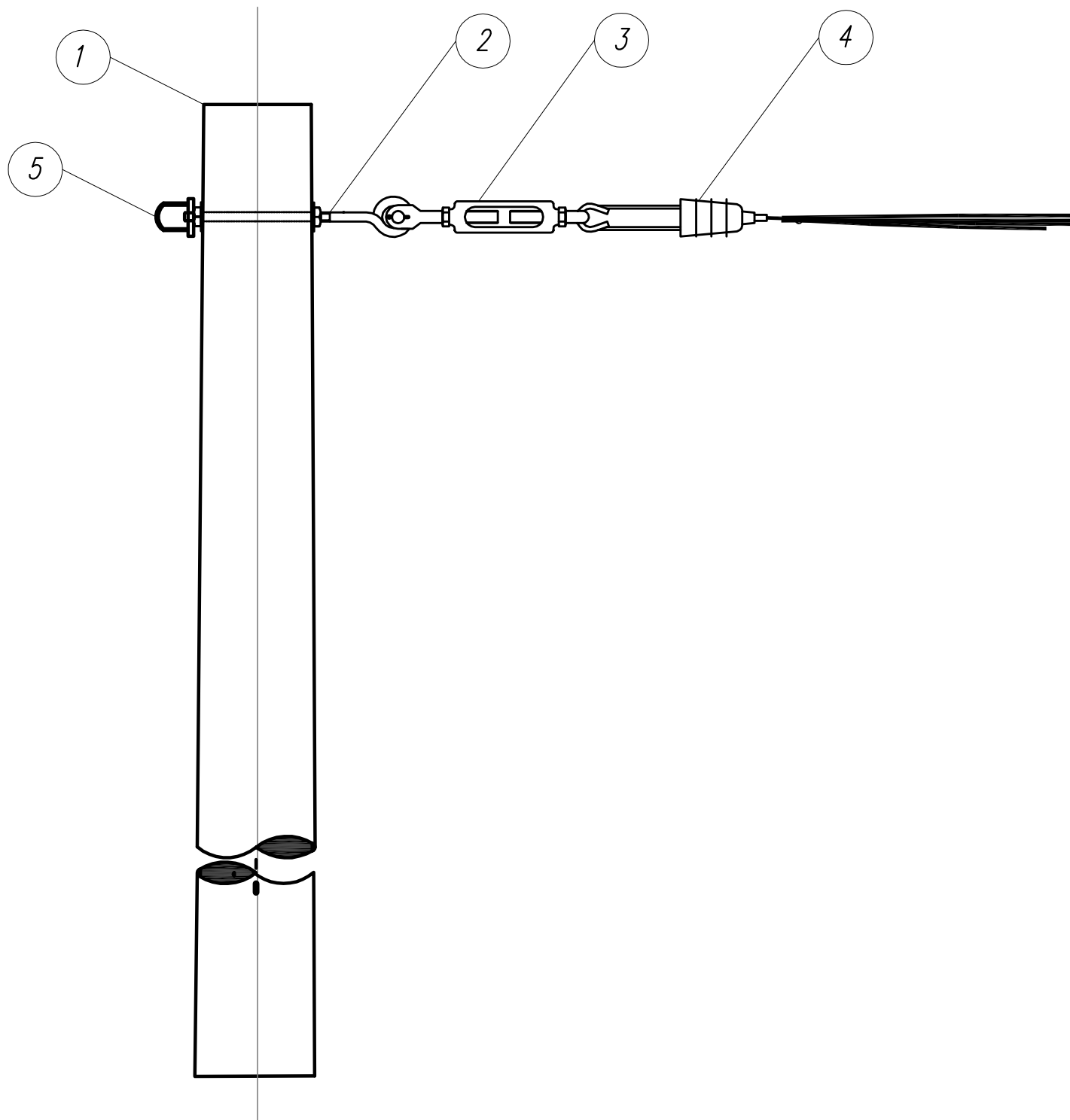
4	Arandela elástica	MN 32 a
3	Arandela plana	MN 30
2	Bulón	MN 32
1	Brazo hierro mecánico	8 R 450
N° Ord.	Denominación	Descripción

DIBUJÓ		PIZZANI MARIA CORA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA-UNLpam FACULTAD DE INGENIERIA	
FECHA	MAYO 2024	LOTEO PLAN MI CASA III PARERA LA PAMPA			
FORMATO	A3	PLANO DE: <b>SOSTÉN BT (8R450)</b> <b>con brazo ALUMBRADO PÚBLICO</b>		PROYECTO Y DISEÑO DE INGENIERÍA	
ESCALA:	S/N	RUGOSIDAD:	TOLERANCIAS:	PLANO N°	



*Soporte Sostén en Poste de H°A° con brazo de alumbrado público  
Empotrado 1,6 m directamente con mejora de suelo cemento*

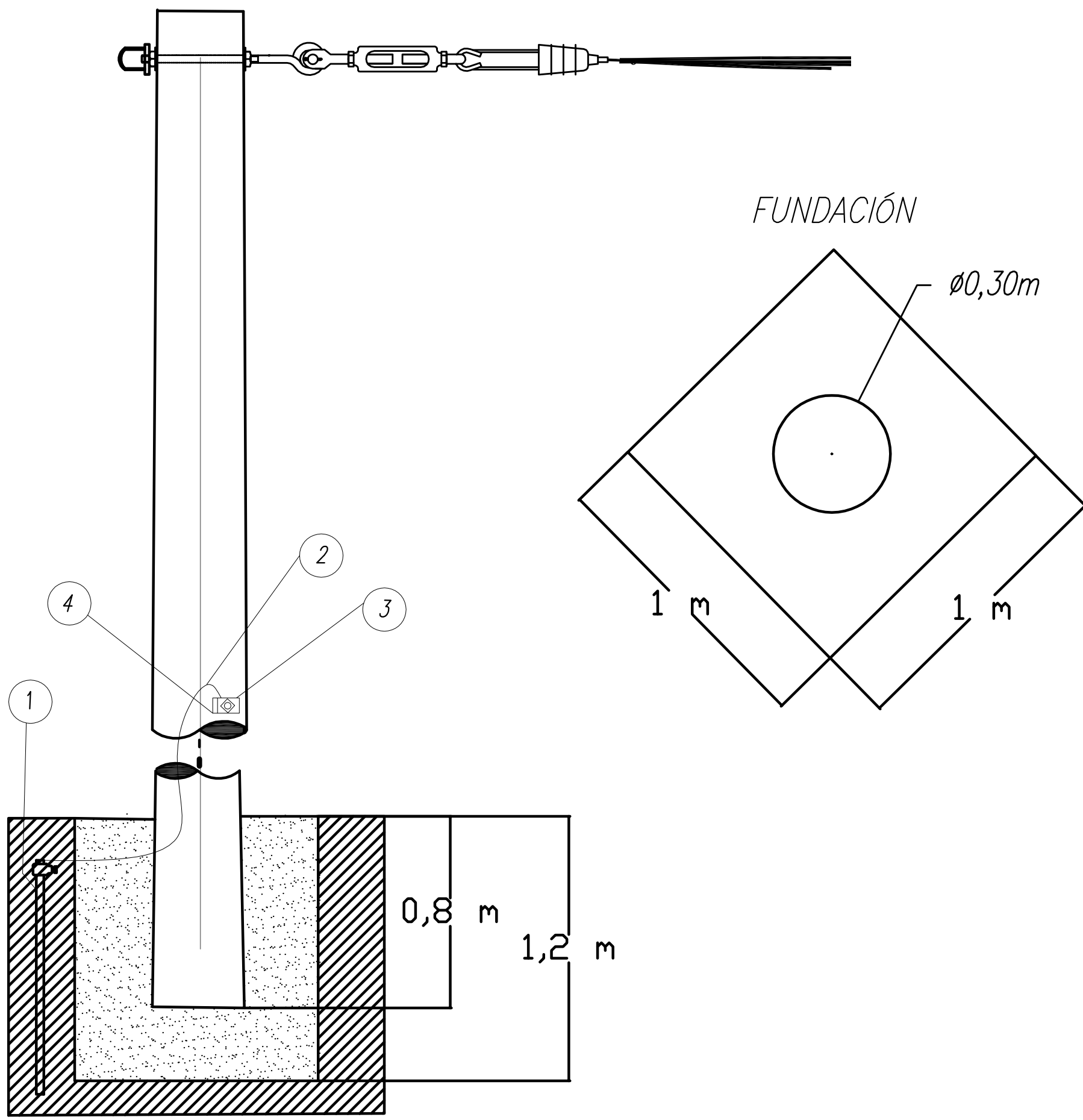
DIBUJÓ		PIZZANI MARIA CORA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA–UNLPam FACULTAD DE INGENIERIA		
FECHA	MAYO 2024	LOTEO PLAN MI CASA III PARERA LA PAMPA				
FORMATO	A3	PLANO DE: <b>SOSTÉN BT (8R450) con brazo ALUMBRADO PÚBLICO FUNDACIÓN</b>		PROYECTO Y DISEÑO DE INGENIERÍA		
ESCALA:		S/N	RUGOSIDAD:	TOLERANCIAS:		PLANO N°



*Soporte Terminal en Poste de H°A°  
En base de forma de prisma de 1x1x1,2 metros  
Empotrado 0,8m; con puesta a tierra de protección*

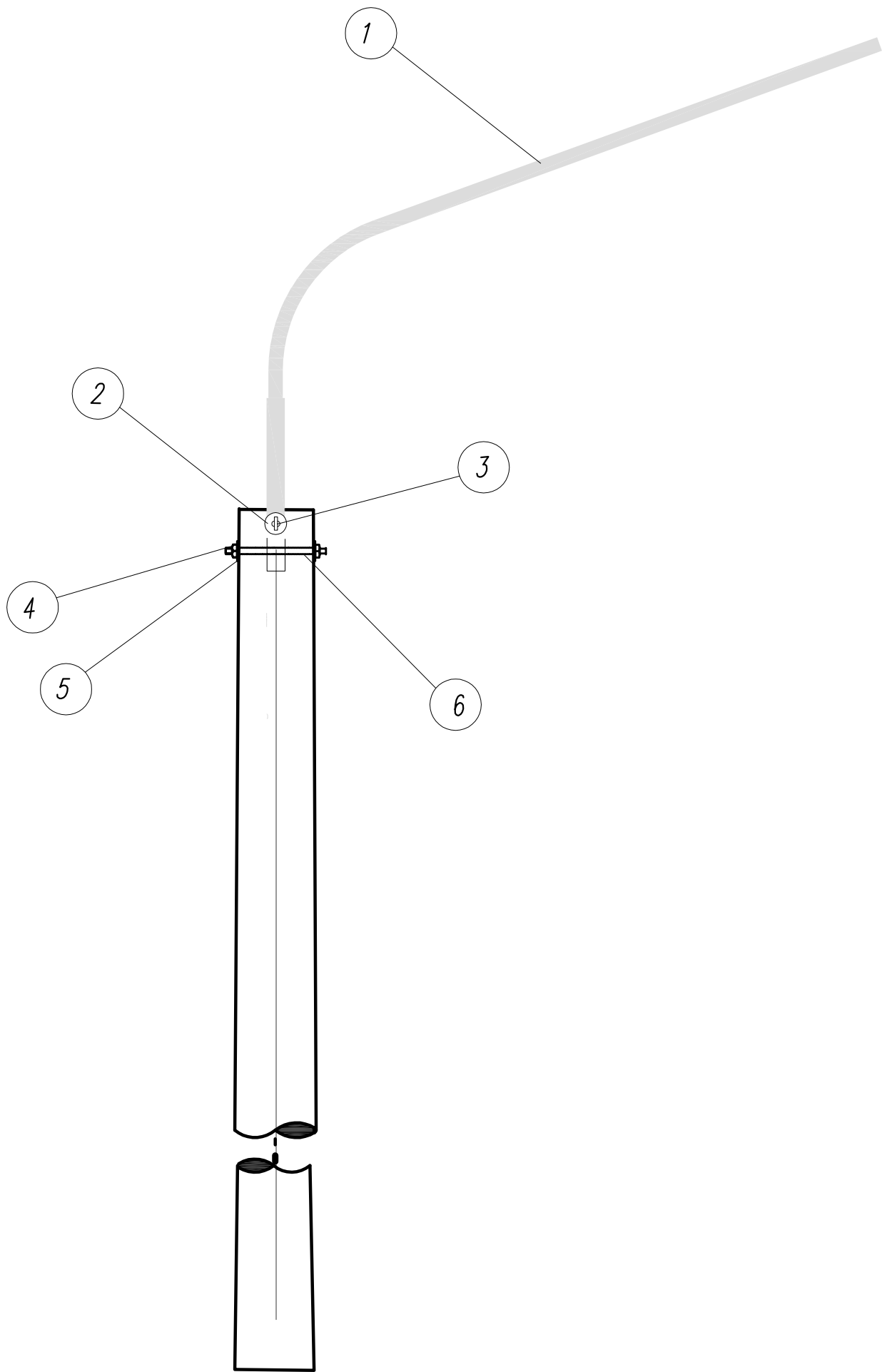
5	Ojal sin rosca	MN 380
4	Pinza de retención autoajustable	P/ neutro de 50 mm <sup>2</sup>
3	Tensor horquilla – ojal con contratuerca	
2	Tilla con ojal cerrado	MN 514
1	Poste de H° A°	8 R 900
N° Ord.	Denominación	Descripción

DIBUJÓ		PIZZANI MARIA CORA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA–UNLPam FACULTAD DE INGENIERIA	
FECHA	MAYO 2024	LOTEO PLAN MI CASA III PARERA LA PAMPA			
FORMATO	A3	PLANO DE:		PROYECTO Y DISEÑO DE INGENIERÍA	
		TERMINAL BT(8R900)			
ESCALA:	S/N	RUGOSIDAD:	TOLERANCIAS:	PLANO N°	11



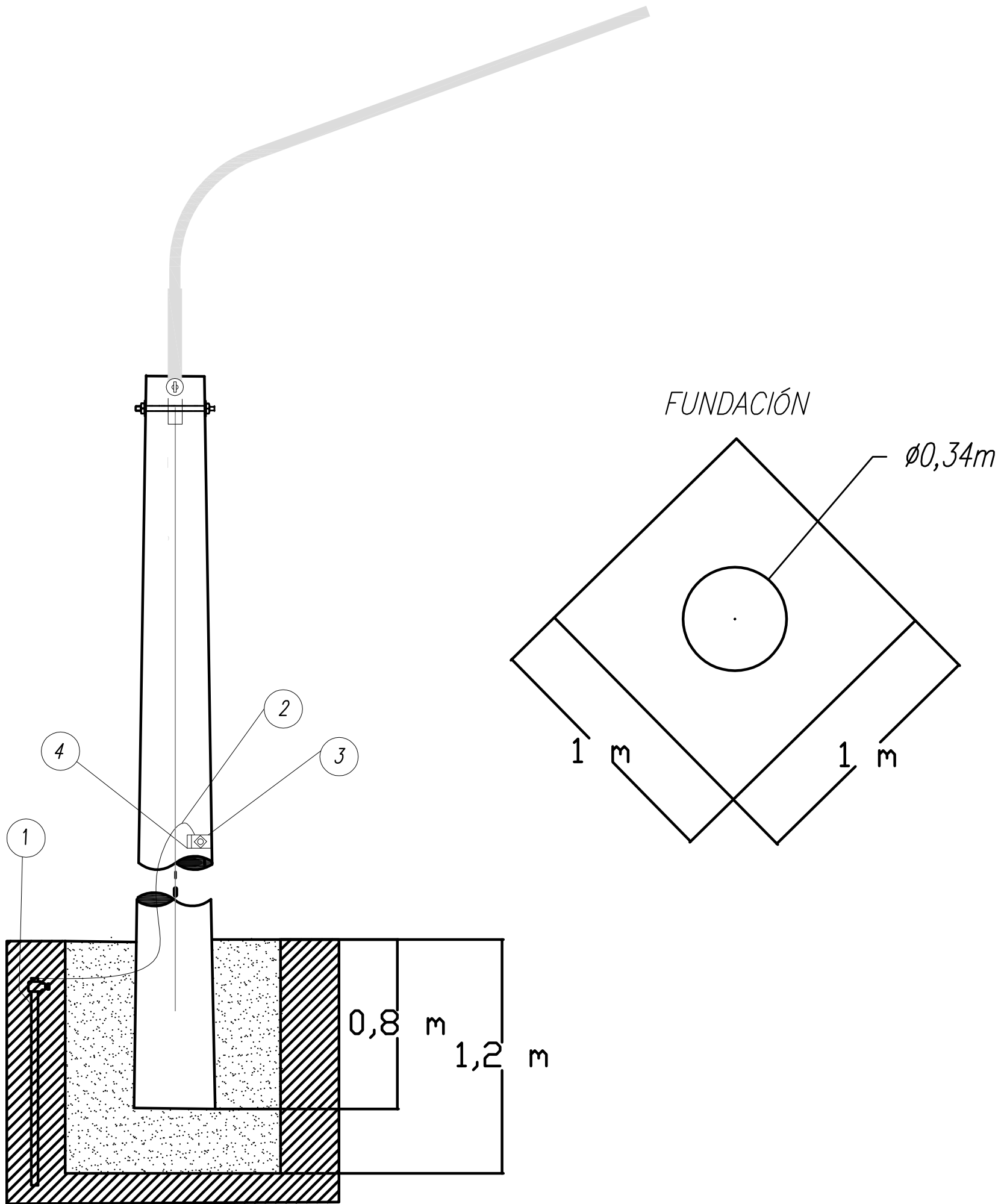
4	Chapa	NC 3
3	Bloquete	MN 101
2	Cable Cu	35 mm <sup>2</sup>
1	Jabalina P.T. 1,5 m x 1/2" c/tomacable	
N° Ord.	Denominación	Descripción

DIBUJÓ		PIZZANI MARIA CORA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA—UNLPam FACULTAD DE INGENIERIA	
FECHA	MAYO 2024	LOTEO PLAN MI CASA III PARERA LA PAMPA			
FORMATO	A3	PLANO DE: <b>TERMINAL BT(8R900) FUNDACIÓN Y PAT</b>		PROYECTO Y DISEÑO DE INGENIERÍA	
ESCALA:	S/N	RUGOSIDAD:	TOLERANCIAS:	PLANO N°	



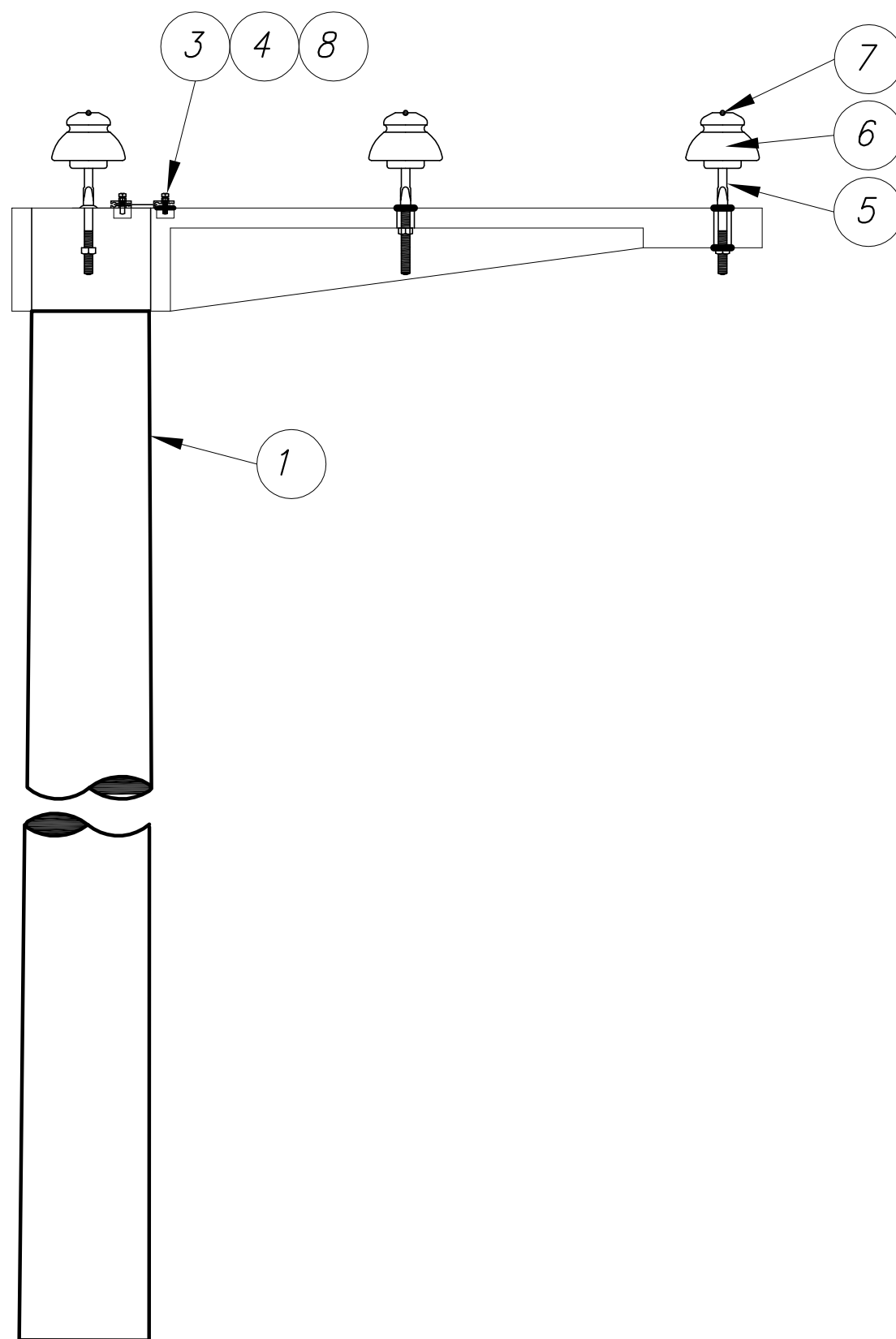
6	Bulón	MN 32
5	Arandela elástica	MN 32 a
4	Arandela plana	MN 30
3	Bulón	MN 32
2	Ojal sin rosca	MN 380
1	Brazo hierro mecánico	8 R 1050
N° Ord.	Denominación	Descripción

DIBUJÓ		PIZZANI MARIA CORA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA-UNLpam FACULTAD DE INGENIERIA	
FECHA	MAYO 2024	LOTEO PLAN MI CASA III PARERA LA PAMPA			
FORMATO	A3	PLANO DE:		PROYECTO Y DISEÑO DE INGENIERÍA	
		<b>TERMINAL BT(8R1050) con brazo ALUMBRADO PÚBLICO</b>			
ESCALA:	S/N	RUGOSIDAD:	TOLERANCIAS:	PLANO N°	13



4	Chapa	NC 3
3	Bloquete	MN 101
2	Cable Cu	35 mm <sup>2</sup>
1	Jabalina P.T. 1,5 m x 1/2" c/tomacable	
N <sup>o</sup> Ord.	Denominación	Descripción

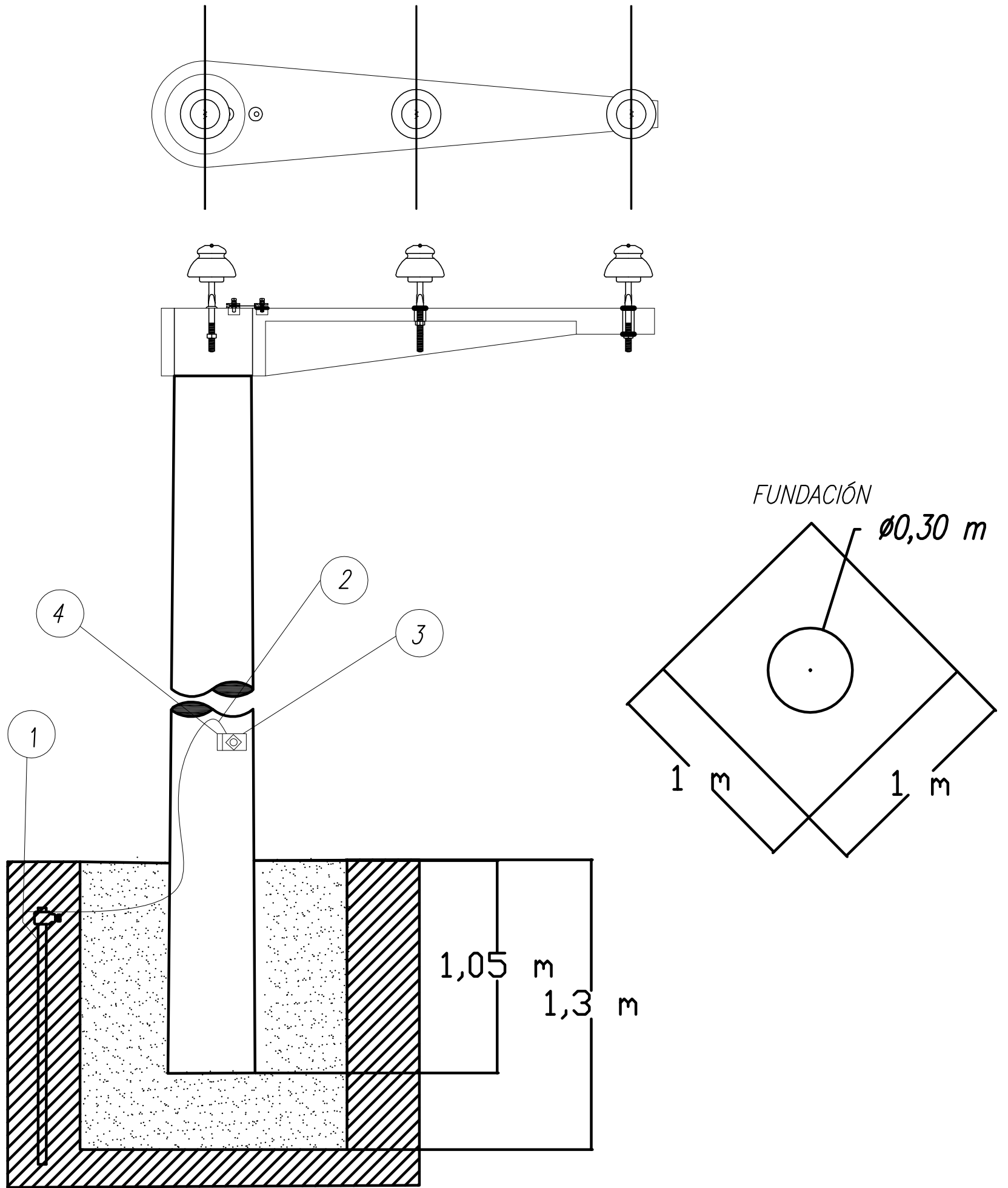
DIBUJÓ		PIZZANI MARIA CORA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA–UNLPam FACULTAD DE INGENIERIA	
FECHA	MAYO 2024	LOTEO PLAN MI CASA III PARERA LA PAMPA			
FORMATO	A3	PLANO DE: <b>TERMINAL BT(8R1050) con brazo ALUMBRADO PÚBLICO FUNDACIÓN Y PAT</b>		PROYECTO Y DISEÑO DE INGENIERÍA	
ESCALA:	S/N	RUGOSIDAD:	TOLERANCIAS:	PLANO N°	



8	Cable acero recubierto c/Cu	1x35mm <sup>2</sup> IRAM 2467
7	Atadura preformada	p/ cabeza de aislador
6	Aislador de porcelana	MN3a
5	Perno	MN 411
4	Bulón	MN 48
3	Grampa	MN 194
2	Ménsula H°A°	IRAM 1720
1	Poste H°A° 10,5R450	Pretensado – IRAM 1605
N° Ord.	Denominación	Descripción

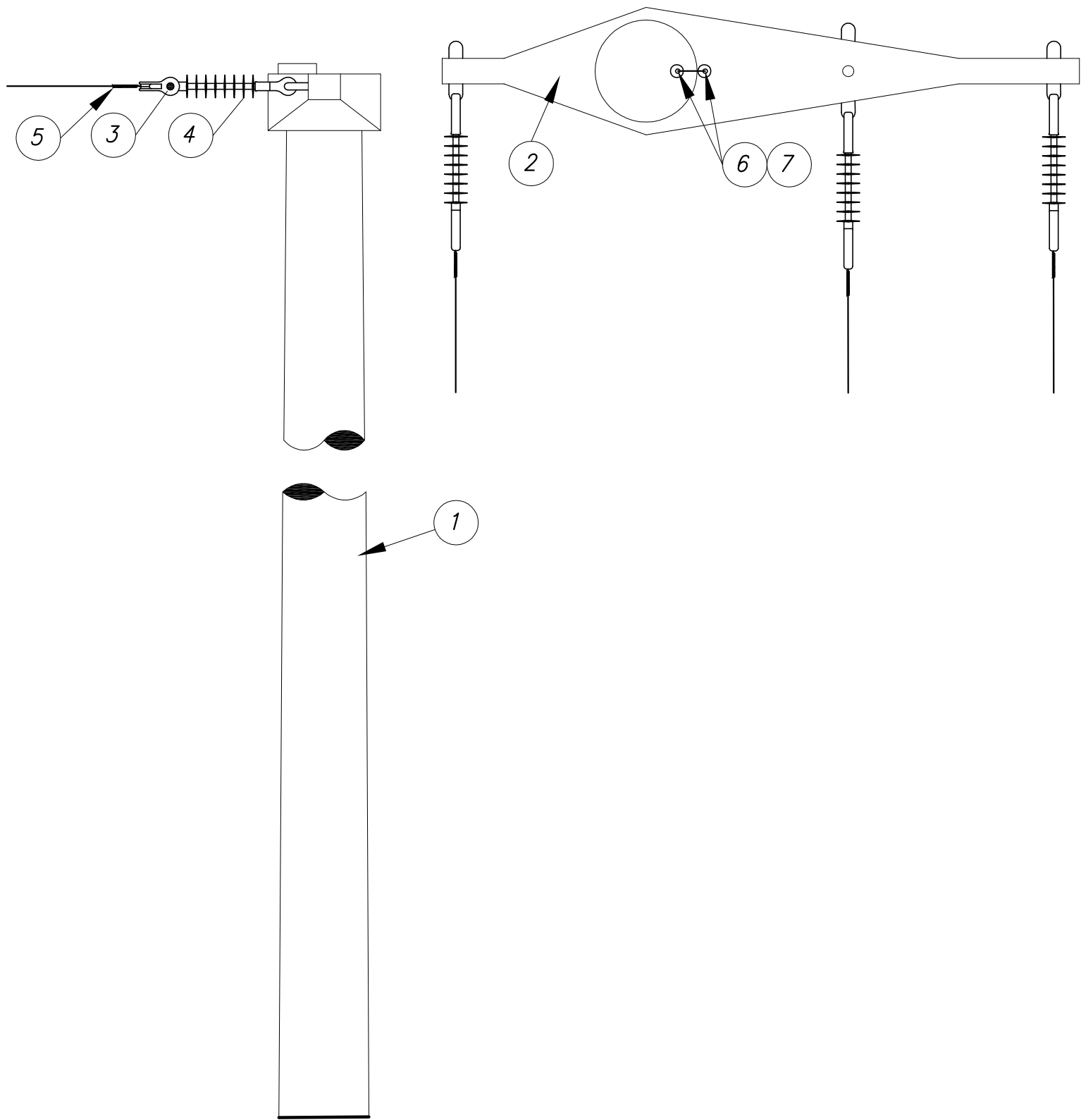
DIBUJÓ		PIZZANI MARIA CORA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA–UNLpam FACULTAD DE INGENIERIA	
FECHA	MAYO 2024	LOTEO PLAN MI CASA III PARERA LA PAMPA			
FORMATO	A3	PLANO DE:		PROYECTO Y DISEÑO DE INGENIERÍA	
		SOSTÉN MT (10,5R450)			
ESCALA:	S/N	RUGOSIDAD:	TOLERANCIAS:	PLANO N°	15





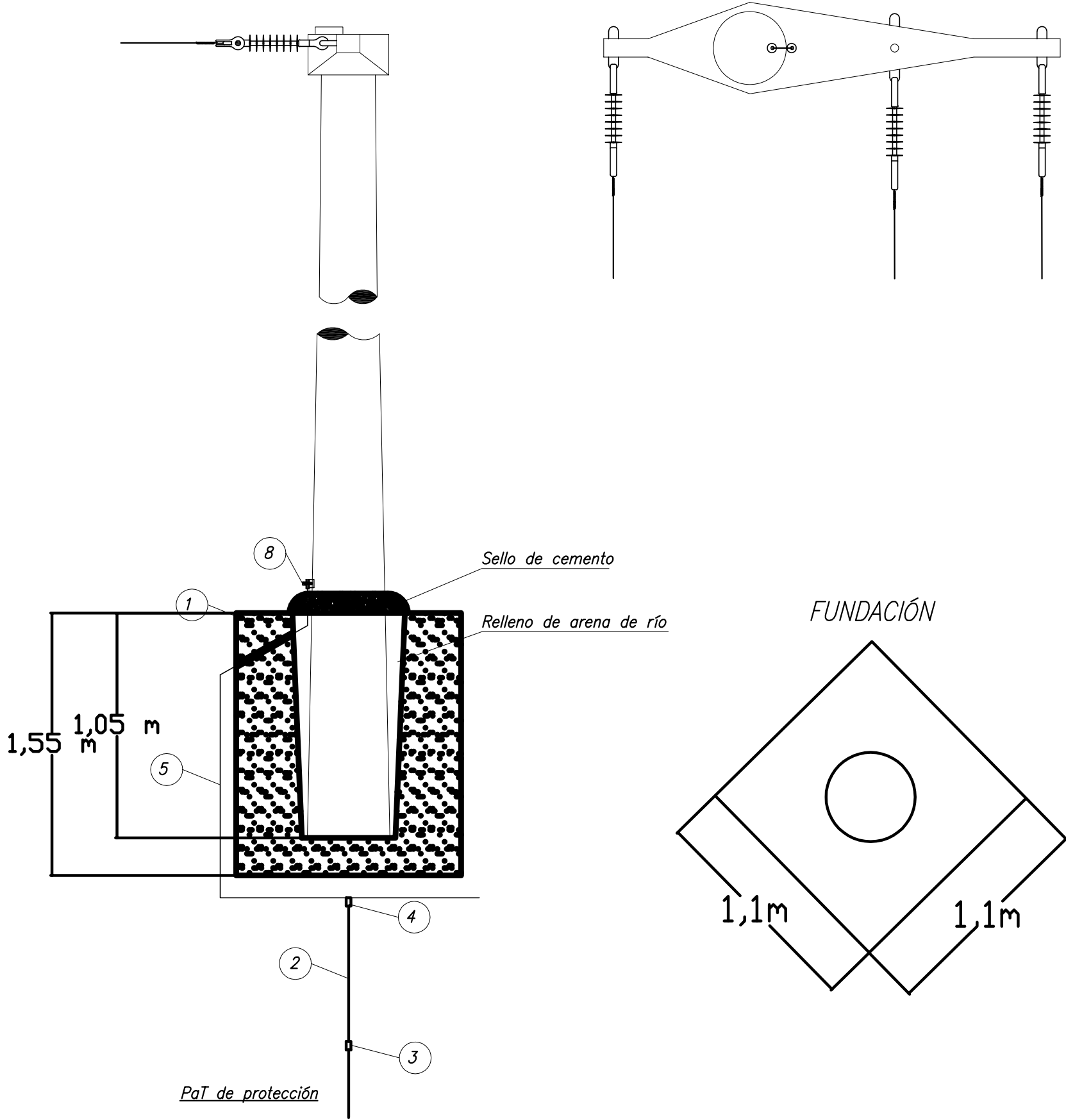
4	Chapa	NC 3
3	Bloquete	MN 101
2	Cable Cu	35 mm <sup>2</sup>
1	Jabalina P.T. 1,5 m x 1/2" c/tomacable	
N° Ord.	Denominación	Descripción

DIBUJÓ	PIZZANI MARIA CORA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA—UNLpam FACULTAD DE INGENIERIA	
FECHA	MAYO 2024	LOTEO PLAN MI CASA III PARERA LA PAMPA		
FORMATO A3	PLANO DE: <b>SOSTÉN MT (10,5R450)</b> <b>FUNDACIÓN y PaT</b>		PROYECTO Y DISEÑO DE INGENIERÍA	
ESCALA:	S/N	RUGOSIDAD:	TOLERANCIAS:	
				16



7	Bulón	MN 48
6	Grampa	MN 194
5	Retención pref	—
4	Retención orgánica	
3	Horquilla	MN 221
2	Cruceta H°A° asimétrica	Con ganchos – IRAM 1720
1	Poste H°A° 10,5R2100	Pretensado – IRAM 1605
N° Ord.	Denominación	Descripción

DIBUJÓ		PIZZANI MARIA CORA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA–UNLpam FACULTAD DE INGENIERIA	
FECHA	MAYO 2024	LOTEO PLAN MI CASA III PARERA LA PAMPA			
FORMATO A3	PLANO DE:			PROYECTO Y DISEÑO DE INGENIERÍA	
	RET. MT (10,5R2100)				
ESCALA:	S/N	RUGOSIDAD:	TOLERANCIAS:	PLANO N°	17



6	Bloquete P.T	MN 1101 a
5	Cable acero recubierto c/Cu	1x35mm <sup>2</sup> IRAM 2467
4	Conector G a compresión	p/ puesta a tierra, CCG-4
3	Manguito de acople p/jabalina	Ø 3/4"
2	Jabalina acoplable	Ø 3/4" x 3 m
1	Base H°A°	
N° Ord.	Denominación	Descripción

PIZZANI MARIA CORA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA-UNLpam FACULTAD DE INGENIERIA	
FECHA	MAYO 2024		
FORMATO	A3	PLANO DE: <b>RET. MT (10,5R2100)</b> <b>FUNDACIÓN Y PaT</b>	PROYECTO Y DISEÑO DE INGENIERÍA
ESCALA:	S/N	RUGOSIDAD:	TOLERANCIAS:
PLANO N°			18