



- **Informe Final de Pasantía: “DISEÑO DE LINEA ANTI-HURTO”**
- **Carrera: Tecnicatura Superior en Mantenimiento Industrial.**
- **Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concordia**
- **Lugar de pasantía: Cooperativa Eléctrica de Concordia y otros servicios Ltda. Central N° 2**
- **Autor: Pastorini, César Emanuel.**
- **Tutor: Ing. Berterame, Franco.**

## Índice

Agradecimientos .....	2
Resumen .....	2
Descripción de la organización .....	3
Introducción .....	4
¿Qué motiva a un individuo a realizar una conexión clandestina? .....	5
Organigrama de la organización.....	6
Planteo del problema.....	8
Definición de Pérdidas de Energía Eléctrica.....	9
Diagnóstico del sector .....	11
Formulación del problema. (Diseño de la línea aérea de distribución anti-hurto). .....	11
Fotografías de la situación actual del sector.....	12
Cálculo de la potencia demandada del barrio.....	16
Fotografías de la Sub estación aerea existente.....	19
Cálculo de conductores de distribución .....	20
Cálculo de corto circuito .....	24
Plan de mejora .....	29
Presupuesto mejoras.....	31
Fotografías proyecto finalizado.....	33
Impacto.....	37
Conclusiones .....	38
Bibliografía.....	39
Anexos.....	40

## Agradecimientos

En primer lugar me siento muy satisfecho por el recibimiento que me brinda la empresa Cooperativa Eléctrica y otros servicios de Concordia Ltda. Ya que me posibilitaron la realización de esta pasantía en el sector de Recupero de Energía. Durante el tiempo que estuve allí se mostraron muy predispuestos en brindarme los datos necesarios para la realización de este proyecto el cual podría ser de gran importancia y beneficio para su desarrollo.

Así como también a los profesores de la carrera, en especial al Ing. Franco Berterame el cual me guió durante la elaboración del mismo.

## Resumen

La Cooperativa Eléctrica y otros servicios de Concordia Ltda. es una empresa dedicada a la distribución de energía eléctrica y servicio de internet en toda su área de concesión.

El proyecto realizado en esta pasantía radica en diseñar una red de distribución, que reemplace a las existentes, con la finalidad de evitar el hurto de energía eléctrica. También se analizará el impacto que tiene el reemplazo de las líneas, tanto en el producto como en el servicio técnico que brinda la distribuidora.

Las zonas donde se reemplazarán las líneas surgen de estudios previos del sector de Recupero de Energía de la Cooperativa Eléctrica de Concordia.

El reemplazo resulta beneficioso, tanto para la distribuidora como para los socios, ya que al disminuir, o eliminar, las conexiones ilegales en la red de distribución, se evitan sobrecargas en las mismas. Hay que entender que un individuo que posee una conexión ilegal no abona mensualmente por su consumo de energía eléctrica, con lo cual no escatima en consumirla.

Estas demandas de energía eléctrica no registradas son las que provocan las sobrecargas en las líneas de distribución, resultando en grandes caídas de tensión, deterioro de conductores por aumento de temperatura, transformadores quemados, defectos en el funcionamiento de artefactos eléctricos domiciliarios, etc.

## Descripción de la organización

- **Nombre:** Cooperativa Eléctrica y otros servicios de Concordia Ltda.



- **Visión:** Convertirnos en una empresa Cooperativa que se destaque por el compromiso con el bienestar de sus asociados, a través de la prestación del servicio eléctrico y de otros servicios eficientes, competitivos y de alta calidad que satisfagan necesidades sociales. Estos servicios se asentarán sobre la base de la puesta en práctica de los principios y valores cooperativos, el desarrollo y valoración del talento humano competente, responsable y comprometido con el mejoramiento continuo de los procesos, y en la búsqueda de la incorporación de la tecnología más adecuada de acuerdo a las posibilidades efectivas de la empresa.
- **Misión:** Distribuir energía de calidad que posibilite el desarrollo y prestar otros servicios acordes a las necesidades de los asociados y a la viabilidad efectiva de implementación; con criterios de solidaridad, competitividad, sustentabilidad y accesibilidad, diferenciados de los servicios y productos que se ofrecen en el mercado a través de otros tipos de empresas. Esta misión estará basada en el respeto a los principios y valores del movimiento cooperativo; en el contacto directo con el asociado, en procura de la satisfacción de las necesidades comunes y el fomento de su participación; en la búsqueda permanente del fortalecimiento de las relaciones internas de los trabajadores; en el fomento de la comunicación y la educación en todos los niveles y modalidades posibles y en el trabajo constante en pos del mejoramiento y afianzamiento de las relaciones institucionales con todos nuestros grupos de interés.
- **Ubicación:** Urquiza y 1° de Mayo – Concordia, Entre Ríos.
- **Actividad:** Distribución de energía eléctrica y otros servicios públicos.

## Introducción

El presente trabajo se realizó a partir de una pasantía realizada en la empresa donde yo desarrollo mis actividades diarias. Dedicada a la distribución de energía eléctrica durante los meses de Agosto y Septiembre del año 2020.

Luego de haber conocido en profundidad el funcionamiento de la misma a través de la verificación del funcionamiento y la recopilación de datos, durante las tareas diarias, he definido como problemática central el hurto de energía en los barrios carenciados.

Esta problemática me pareció prioritaria en esta empresa ya que por un lado reduciría las conexiones ilegales y mejoría sustancialmente la calidad del servicio de distribución de energía eléctrica en esos sectores de la ciudad.

Este proyecto tiene por finalidad mejorar la red de distribución de baja tensión y disminuir las pérdidas no técnicas por hurto de energía reemplazando la línea aérea monofásica de cable desnudo (línea convencional) existente por línea aérea trifásica con cable preensamblado sobre sistema anti-hurto.

## ¿Qué motiva a un individuo a realizar una conexión clandestina?

En primer lugar, en el conjunto de la sociedad existen individuos inescrupulosos, los cuales no poseen intenciones de ser socios de la distribuidora y abonar mensualmente la energía eléctrica consumida.

En segundo lugar, dadas las circunstancias socio-económicas que atraviesa nuestra ciudad, siendo la misma la segunda ciudad más pobre del país, según un informe reciente del INDEC, existen individuos que realmente no cuentan con los recursos necesarios para ser asociados, y por lo tanto, abonar mensualmente sus consumos de energía eléctrica.

Y en tercer lugar existen socios que mediante la manipulación del medidor (fraude) o acometida (hurto), logran disminuir en forma parcial o total el registro de energía eléctrica en sus domicilios.

Dadas estas consideraciones, ante la creciente demanda de hurto de energía en varios sectores de la ciudad se plantea la necesidad de introducir mejoras que contribuyen a la calidad del servicio y pérdidas no técnicas de energía eléctrica.

La problemática de las conexiones ilegales es que carecen de protecciones eléctricas normalizadas, con lo cual es probable que ocurran accidentes fatales (pérdidas humanas y otros siniestros) para quienes hacen uso de dichas conexiones.

Por otra parte, esto también protegería la integridad física de los empleados ya que evitaría posibles accidentes.

## **Organigrama de la organización**

En la organización trabajan 193 empleados bajo distintas jerarquías. La totalidad de los empleados se distribuyen de acuerdo a las direcciones, las mismas son:

***\*DIRECCIÓN DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS.***

***\*DIRECCIÓN COMERCIAL.***

***\*DIRECCIÓN DE OPERACIONES.***

***\*DIRECCIÓN DE INGENIERIA Y PLANEAMIENTO.***



## Planteo del problema

La realización de este proyecto pretende mejorar la calidad del producto y servicio técnico de distribución de energía eléctrica. Los transformadores existentes en las sub estaciones aéreas (SEA) son dimensionados a partir de la cantidad de socios que el mismo va alimentar, se supone que cada socio demanda una potencia promedio de 4 Kw De la misma manera se deben dimensionar la sección de los conductores con los cuales se va a producir la distribución de energía eléctrica. Al existir conexiones ilegales en la red de distribución se generan ciertos inconvenientes, un individuo que posee una conexión ilegal no abona mensualmente por su consumo de energía eléctrica, con lo cual no escatima en consumir energía. Esto produce una demanda mayor a la esperada por el calculista que ha diseñado la red. Una mayor demanda implica que circule por los conductores una corriente eléctrica mayor a la admisible, produciéndose el deterioro de los mismos.

Otra consecuencia no deseada son las grandes caídas de tensiones provocadas por el exceso de demanda, sobrecarga y rotura de transformadores, flickers, funcionamiento defectuoso de artefactos eléctricos y electrónicos, y en los casos más severos se puede llegar a producir un corte en el suministro eléctrico por causa de alguna falla en el sistema de distribución.

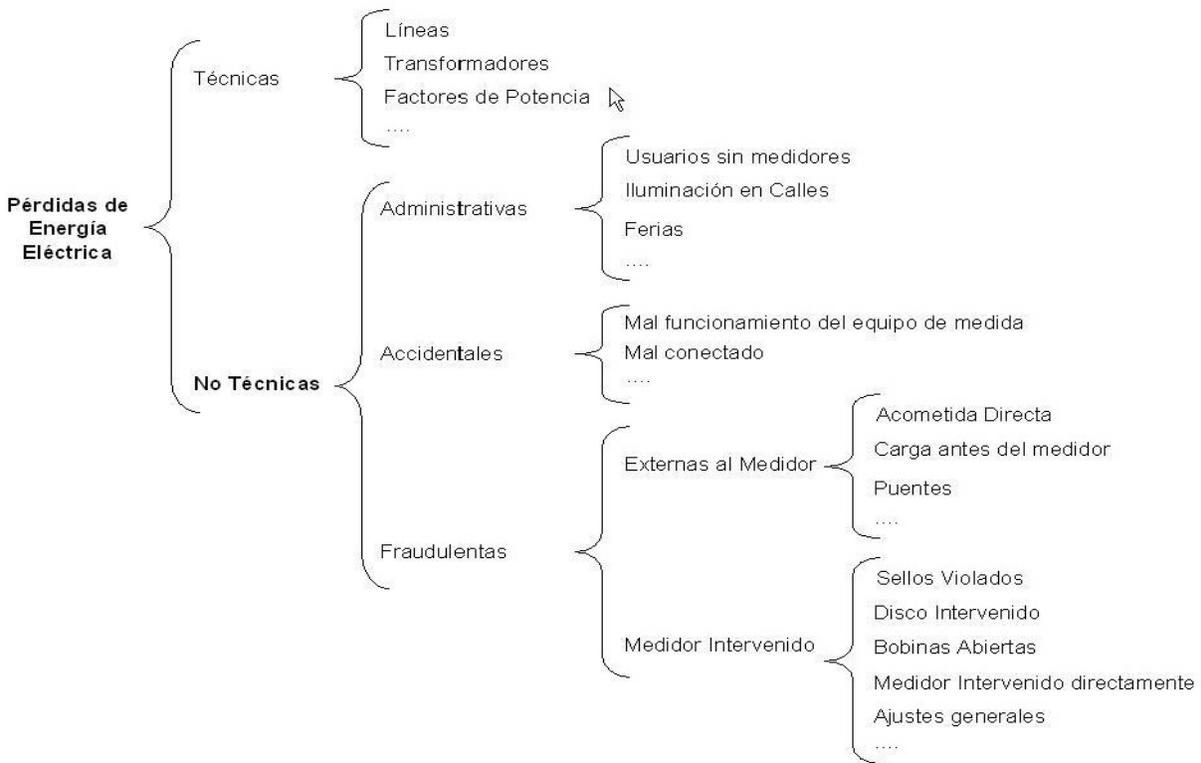
Para el diseño del proyecto se realiza un análisis socio – económico del lugar, se releva las dimensiones de las manzanas, ancho de calles, veredas, planialtimetria y traza de la futura línea. La construcción de líneas de distribución de energía eléctrica anti hurto se realizan elevando los conductores a una altura aproximada de 10,5 metros sobre el nivel del suelo, con esto se pretende que aumente la dificultad para poder realizar conexiones ilegales. De esta manera se estima que aquellos individuos que no pueden realizar la conexión ilegal se transformen en socios de la distribuidora, minimizando las pérdidas No técnicas de la distribuidora. También se desea eliminar la contaminación visual que producen dichas conexiones, minimizar accidentes de origen eléctrico, tanto para los operarios como para los usuarios. Diseñar una red de distribución, que reemplace a las existentes, con la finalidad de minimizar las perdidas técnicas y no técnicas de energía eléctrica.

## Definición de Pérdidas de Energía Eléctrica

Como se mencionaba en el comienzo de este proyecto, las pérdidas que se generan en el negocio de la distribución eléctrica pueden clasificarse en dos tipos:

- :: Pérdidas Técnicas
- :: Pérdidas No Técnicas

### Clasificación de Pérdidas de Energía Eléctrica



Las Pérdidas **Técnicas** se refieren a las pérdidas que se generan en la transmisión de la energía eléctrica, desde la generación de ésta en las centrales hidráulicas o termoeléctricas, hasta su distribución a los distintos suministros por parte de las empresas distribuidoras. Estas pérdidas son propias del negocio y están relacionadas con el voltaje al cual es transmitida la energía, así como también al material conductor de las redes de alta tensión. Esto debido a la ley de Ohm, que dice a mayor voltaje, las pérdidas son menores,

### DISEÑO DE LINEA ANTI-HURTO

teniendo en cuenta las resistencias de los cables de alta tensión por la que son transmitidas. Estas pérdidas son de alrededor de un 4% del total de la compra de la energía a las generadoras.

Las Pérdidas **No Técnicas** se refieren al mal uso del servicio, así como también a errores administrativos propios del negocio. Las pérdidas asociadas al mal uso del servicio, son denominadas como hurtos de energía o fraudes y corresponden, en su mayoría, a servicios con alteraciones en el medidor de corriente provocadas por los mismos usuarios, conexiones directas desde las líneas de distribución hacia la residencia, entre otras.

Dentro de las pérdidas asociadas a errores administrativos, están aquellas que se producen por ejemplo, por una mala toma de estado del servicio, como también por errores en la actualización de los estados de los consumos, ya que esta información no se registra en las bases de datos de forma oportuna o no son informadas a los departamentos comerciales encargados de ingresar esta información.

En este proyecto nos centraremos en minimizar las perdidas no técnicas debidas al hurto y fraude, prestando atención también a las perdidas técnicas realizando un diseño de línea de distribución acorde a las necesidades.

## Ubicación geográfica



## **Diagnóstico del sector**

En el barrio 17 de octubre existe un gran problema de pérdidas de energía eléctrica e inconvenientes en el sistema de distribución, tales como sobrecargas en las líneas de distribución de energía eléctrica, resultando en grandes caídas de tensión, deterioro de conductores por aumento de temperatura, defectos en el funcionamiento de artefactos eléctricos domiciliarios, etc. Como se menciono anteriormente estos inconvenientes generan varios aspectos negativos entre ellas, una disminución de la calidad del servicio brindado por la empresa por el deterioro de las líneas por el paso del tiempo.

Por tratarse de conductores sin aislación, aumentan los riesgos de accidentes por electrocuciones tanto para el personal como así también a los individuos inescrupulosos que manipulan el tendido eléctrico para realizar diferentes tipos de hurtos.

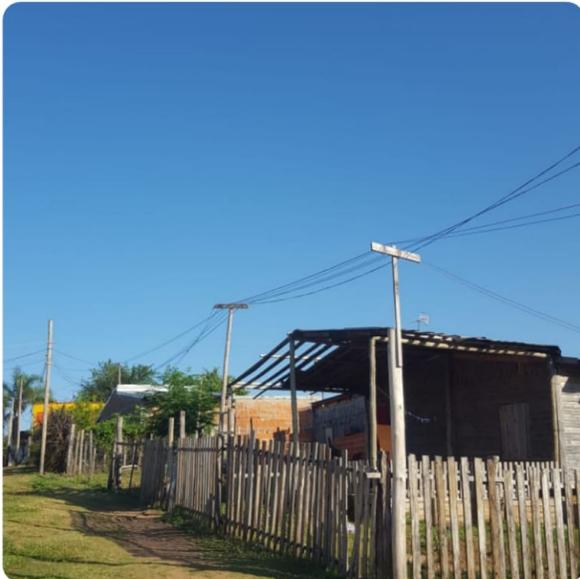
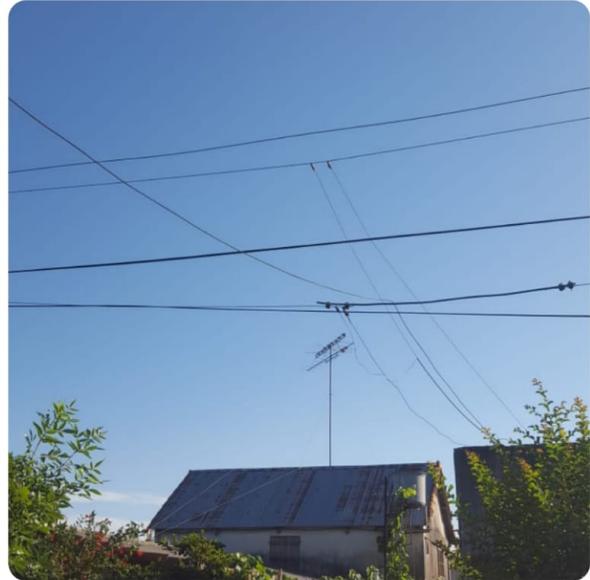
## **Formulación del problema. (Diseño de la línea aérea de distribución anti-hurto).**

Para el diseño de la línea tomamos en cuenta la demanda de un sector del barrio 17 de Octubre. Dada la traza de la línea, la cantidad de hogares involucrados son 25(Veinticinco). Mediante la norma AEA 90364-7-771 se obtiene el valor de demanda de potencia aparente de cada hogar, teniendo en cuenta los coeficientes de utilización y de simultaneidad procedemos a estimar la demanda del sector en consideración. Una vez obtenida la demanda, procedemos a calcular la sección del conductor de la línea de distribución. Dado el conductor debemos verificar las caídas de tensiones, corriente admisible y corriente de cortocircuito.

Con respecto al diseño físico de la línea anti hurto se propone colocar poste de eucaliptus tratados con CCA de 12 metros con brazo curvo. El brazo curvo cumple la función de desplazar los conductores una distancia considerable para que se dificulte el acceso.

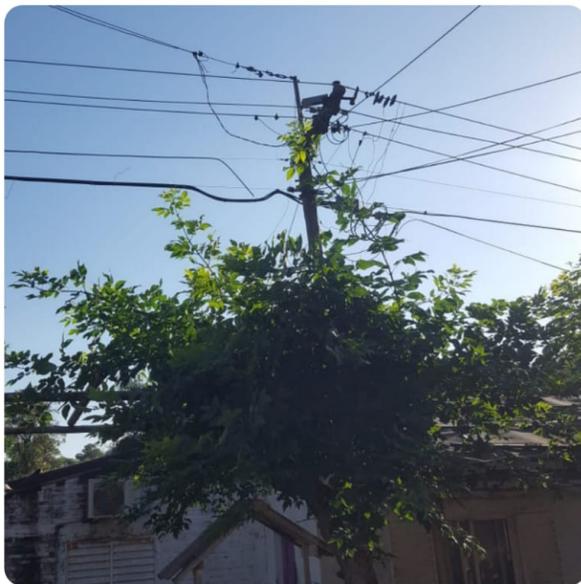
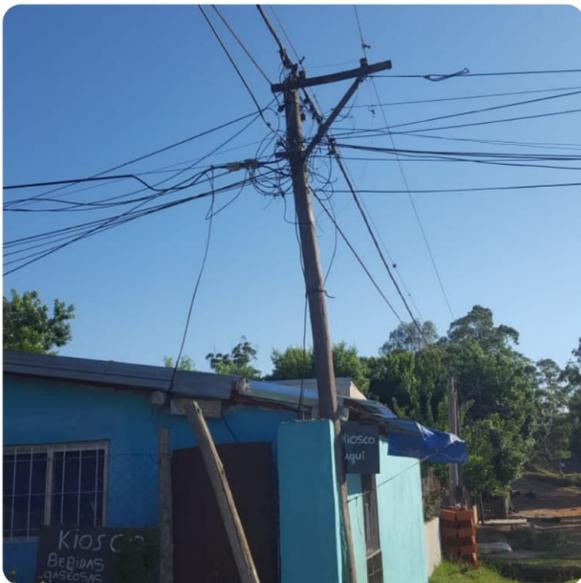
## Fotografías de la situación actual del sector.





## DISEÑO DE LINEA ANTI-HURTO

Pastorini, César Emanuel



## DISEÑO DE LINEA ANTI-HURTO

Pastorini, César Emanuel



## DISEÑO DE LINEA ANTI-HURTO

Pastorini, César Emanuel

## Cálculo de la potencia demandada del barrio.

El cálculo se realizará siguiendo las especificaciones que se recomiendan en la **AEA 90364-7-771REGLAMENTACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN INMUEBLES.**

### Grado de Electrificación de las viviendas.

Grado de electrificación	superficie (limite de aplicación)	Demanda de potencia máxima simultanea calculada (solo para determinar el grado de electrificación)
Mínimo	hasta 60m2	hasta 3,70 KVA
Medio	mas de 60m2 hasta 130m2	Hasta 7 kVA
Elevado	mas de 130m2 hasta 200m2	Hasta 11 kVA
Superior	mas de 200m2	Mas 12 KVA

*Tabla 771.8.1-Resumen de los grados de electrificación de las viviendas*

Como se mencionó en apartados anteriores este barrio cuenta con 25 viviendas, con distintos grados de electrificación debido a sus diferencias en sus dimensiones.

Cantidad de Casa	Superficie Estimada	Grado de Electrificación
10	50m2	Mínimo
11	100m2	Medio
4	145m2	Elevado

Según el grado de electrificación de las viviendas, la potencia demandada estimada de las mismas será:

Grado de Electrificación	Potencia demandada estimada unitaria
Mínimo	4kVA
Medio	8kVA
Elevado	10kVA

Para obtener la potencia total para cada grado de electrificación se multiplicará la potencia demandada unitaria por las cantidades de viviendas correspondientes.

Cantidad de Casa	Grado de Electrificación	Potencia demandada estimada	Potencia demandada
10	Mínimo	4,00 kVA	40,00 kVA
11	Medio	8,00 kVA	88,00 kVA
4	Elevado	10,00 kVA	40,00 kVA

Al resultado obtenido se podrán aplicar los siguientes coeficientes de simultaneidad según el grado de electrificación que corresponda:

Grado de Electrificación	Coficiente de simultaneidad
Mínimo	1
Medio	0,9
Elevado	0,8
Superior	0,7

También podrán adoptarse los siguientes coeficientes de simultaneidad para el conjunto de viviendas y locales (unitarios):

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

## Potencia demandada total

Cantidad de Casas	Grado de Electrificación	Potencia demandada estimada	Potencia demandada	Coefficiente de simultaneidad		Coefficiente de simultaneidad	Potencia total
10	Mínimo	4,00 kVA	40,00 kVA	1	40,00 kVA	0,8	32,00 kVA
11	Medio	8,00 kVA	88,00 kVA	0,9	79,20 kVA	0,8	63,36 kVA
4	Elevado	10,00 kVA	40,00 kVA	0,8	32,00 kVA	0,7	22,40 kVA
						Total	117,76 kVA

La potencia demandada total por las 25 viviendas es de 117.76kVA + 20kVA para alumbrado público. Dando un total, 137.76 kVA.

Teniendo en cuenta que el barrio cuenta con una subestación transformadora aérea de 315kVA de potencia nominal, será capaz de alimentar la carga total del barrio y dejando un margen para cargas futuras o no contempladas.

## Fotografías de la Sub estacion aerea existente.



## Cálculo de conductores de distribución

Tramo 1 (Casa 1, 2, 3 y 4)

Punto A

$S_d := 12.8 \text{ kV} \cdot \text{A}$  Potencia para este conjunto de viviendas.

$U_n := 380 \text{ V}$  Tension nominal de linea del sistema.

$$I_d := \frac{S_d}{\sqrt{3} \cdot U_n} = 19.4476 \text{ A}$$

Como el Factor de simultaneidad es 0.8

$$I_a := I_d \cdot 0.8 = 15.5581 \text{ A}$$

Punto B (5,6,7)

$S_e := 9.6 \text{ kV} \cdot \text{A}$  Potencia para este conjunto de viviendas.

$U_n := 380 \text{ V}$  Tension nominal de linea del sistema.

$$I_e := \frac{S_e}{\sqrt{3} \cdot U_n} = 14.5857 \text{ A}$$

Como el Factor de simultaneidad es 0.8

$$I_e := I_e \cdot 0.8 = 11.6686 \text{ A}$$

Adoptamos, caída de tension de 3.5% y un  $\rho_{cond} := 0.0359 \left( \Omega \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \right)$

$\Delta v := 3.5\%$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho_{cond} \cdot \Sigma(L_i \cdot I_i)}{\Delta v}$$

$$S := \frac{\sqrt{3} \cdot 0.0359 \Omega \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \cdot (197 \text{ m} \cdot 15.588 \text{ A} + 255 \text{ m} \cdot 11.669 \text{ A})}{3.5\% \cdot 380 \text{ V}}$$

$$S = 28.2685 \text{ mm}^2$$

Se puede apreciar, que el conductor verifica a caída de tension con una seccion de  $S = 28.2685 \text{ mm}^2$  sin embargo, como la empresa distribuidora cuenta con stock de conductor de  $3 \times 95 \text{ mm}^2 + 1 \times 50 \text{ mm}^2$  se adopta un conductor preensamblado de esta denominacion.

## Tramo 2

### Punto C Casa (10,11)

$S_F := 11.2 \text{ kV} \cdot \text{A}$  Potencia para este conjunto de viviendas.

$U_n := 380 \text{ V}$  Tension nominal de linea del sistema.

$$I_F := \frac{S_F}{\sqrt{3} \cdot U_n} = 17.0166 \text{ A}$$

Como el Factor de simultaneidad es 0.7

$$I_F := I_F \cdot 0.7 = 11.9116 \text{ A}$$

### Punto D Casa (8 y 9)

$S_c := 11.2 \text{ kV} \cdot \text{A}$  Potencia para este conjunto de viviendas.

$U_n := 380 \text{ V}$  Tension nominal de linea del sistema.

$$I_c := \frac{S_c}{\sqrt{3} \cdot U_n} = 17.0166 \text{ A}$$

Como el Factor de simultaneidad es 0.8

$$I_c := I_c \cdot 0.7 = 11.9116 \text{ A}$$

$$S_1 := \frac{\sqrt{3} \cdot 0.0359 \text{ } \Omega \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \cdot (177 \text{ m} \cdot 11.2 \text{ A} + 227 \text{ m} \cdot 11.2 \text{ A})}{3.5\% \cdot 380 \text{ V}}$$

$$S_1 = 21.1545 \text{ mm}^2$$

Se puede apreciar, que el conductor verifica a caída de tensión con una sección de  $S_1 = 21.1545 \text{ mm}^2$  sin embargo, como la empresa distribuidora cuenta con stock de conductor de  $3 \times 95 \text{ mm}^2 + 1 \times 50 \text{ mm}^2$  se adopta un conductor preensamblado de esta denominación.

### Tramo 3

Punto E (Casa 12, 13, 14 y 15)

$S_d := 7.55 \text{ kV} \cdot \text{A}$  Potencia para este conjunto de viviendas.

$U_n := 380 \text{ V}$  Tension nominal de linea del sistema.

$$I_d := \frac{S_d}{\sqrt{3} \cdot U_n} = 11.471 \text{ A}$$

Como el Factor de simultaneidad es 0.8

$$I_a := I_d \cdot 0.8 = 9.1768 \text{ A}$$

Punto F (16,17,18,19 y 20)

$S_e := 28.8 \text{ kV} \cdot \text{A}$  Potencia para este conjunto de viviendas.

$U_n := 380 \text{ V}$  Tension nominal de linea del sistema.

$$I_e := \frac{S_e}{\sqrt{3} \cdot U_n} = 43.7571 \text{ A}$$

Como el Factor de simultaneidad es 0.8

$$I_e := I_e \cdot 0.8 = 35.0057 \text{ A}$$

Punto G (21,22,23,24 y 25)

$S_e := 28.8 \text{ kV} \cdot \text{A}$  Potencia para este conjunto de viviendas.

$U_n := 380 \text{ V}$  Tension nominal de linea del sistema.

$$I_e := \frac{S_e}{\sqrt{3} \cdot U_n} = 43.7571 \text{ A}$$

Como el Factor de simultaneidad es 0.8

$$I_e := I_e \cdot 0.8 = 35.0057 \text{ A}$$

Adoptamos, caida de tension de 3.5% y un  $\rho_{cond} := 0.0359 \left( \Omega \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \right)$

$$\Delta v := 3.5\%$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho_{cond} \cdot \Sigma(L_i \cdot I_i)}{\Delta v}$$

$$S_3 := \frac{\sqrt{3} \cdot 0.0359 \Omega \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \cdot (176 \text{ m} \cdot 9.17 \text{ A} + 225 \text{ m} \cdot 35 \text{ A} + 274 \text{ m} \cdot 35 \text{ A})}{3.5\% \cdot 380 \text{ V}}$$

$$S_3 = 89.1984 \text{ mm}^2$$

Se puede apreciar, que el conductor verifica a caida de tension con una seccion de  $S_3 = 89.1984 \text{ mm}^2$  sin embargo, como la empresa distribuidora cuenta con stock de conductor de  $3 \times 95 \text{ mm}^2 + 1 \times 50 \text{ mm}^2$  se adopta un conductor preensamblado de esta denominacion.

La compañía de distribución utilizara para la alimentación del barrio por tener en stock cable ETIX distribución de aluminio preensamblado aislados en XLPE negro de 3 ×95+1×50 mm<sup>2</sup> marca I.M.S.A.

## Etix Distribución





Cables de aluminio y portante de aleación de aluminio cableados en haz visible, preensamblados, aislados en XLPE.

**Usos:** Distribución de energía aéreas; debido a gran versatilidad puede instalarse sobre postes o directamente sobre fachadas. Adicionalmente pueden agregarse al haz uno o dos cables para alumbrado público de 16 ó 25 mm<sup>2</sup>.

**Normas:** IRAM 2263, NBR 8182.

**Rango de fabricación:** de 25 a 185 mm<sup>2</sup> de sección para las fases.

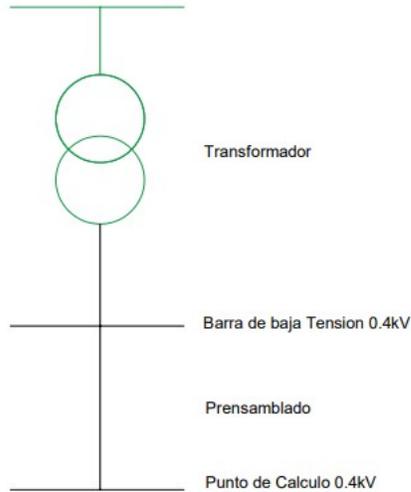
## Etix Distribución (Continuación)



Secciones			Ø exterior del haz <sup>(1)</sup>	Corriente <sup>2</sup> admisible	Resistencia 60°C – 50 Hz	Reactancia inductiva de servicio	Caída de tensión a 60°C y Cos φ = 0,8	Peso total <sup>1</sup>			
Fases	Neutro								Ilumin.		
Nº	mm <sup>2</sup>	Nº	mm <sup>2</sup>	Nº	mm <sup>2</sup>	mm	A	Ω/km	Ω/km	V/A km	kg/km
3	x 95	+	1	x 50		34,30	200	0,372	0,0891	0,611	1258

## Cálculo de corto circuito

Para el cálculo del corto circuito se considera aplicar la Norma AEA 90364- 7-770. El transformador que cuenta el barrio posee una potencia aparente nominal de 315 KVA.



**Tabla 770-B.II - Valores de las máximas corrientes presuntas de cortocircuito previstas para los transformadores de distribución**

$S_{IT} [kVA]$	$I_k^* [kA]$
100	3,568
200	7,074
315	11,028
400	13,899
500	17,229
630	21,458
800	21,769
1 000	26,838
1 250	27,876

**Tabla 770-B.III**

**Corrientes máximas de cortocircuito aguas abajo, con cables IRAM 2263 - Aluminio**

Con este valor de corriente de cortocircuito y la sección del conductor de distribución, se determina la corriente de cortocircuito en el lugar que uno desee.

La corriente en varios puntos se puede calcular con la siguiente tabla. Sin embargo se usa a la salida del transformador.

Sección del conductor [mm <sup>2</sup> ]	Longitud del conductor IRAM 2263 - AI [m]														
	2,7	4,1	5,5	6,9	8,2	9,6	11,0	12,4	13,7	16,5	19,2	22,0	24,7	27,5	
3 x 25 / 50	2,7	4,1	5,5	6,8	8,2	9,6	11,0	12,3	13,7	16,4	19,2	21,9	24,6	27,4	
3 x 35 / 50	5,1	7,7	10,2	12,8	15,3	17,9	20,4	23,0	25,5	30,6	35,7	40,8	45,9	51,0	
3 x 50 / 50	7,3	11,0	14,7	18,3	22,0	25,6	29,3	33,0	36,6	44,0	51,3	58,6	65,9	73,3	
3 x 70 / 50	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	
3 x 95 / 50															
Nivel de cortocircuito aguas arriba [A]	Corriente de cortocircuito aguas abajo [A]														
	3 000	2 858	2 791	2 728	2 668	2 610	2 555	2 502	2 451	2 402	2 310	2 224	2 145	2 071	2 002
5 000	4 617	4 446	4 288	4 141	4 003	3 874	3 753	3 640	3 533	3 337	3 162	3 004	2 862	2 732	
6 000	5 456	5 220	5 003	4 804	4 619	4 449	4 290	4 143	4 005	3 755	3 535	3 339	3 163	3 006	
7 000	6 271	5 961	5 680	5 424	5 190	4 976	4 778	4 596	4 427	4 124	3 860	3 627	3 421	3 237	
9 000	7 830	7 352	6 929	6 552	6 214	5 909	5 633	5 381	5 151	4 745	4 399	4 099	3 838	3 608	
11 000	9 301	8 634	8 057	7 552	7 106	6 710	6 356	6 037	5 749	5 248	4 828	4 469	4 160	3 892	
13 000	10 692	9 820	9 080	8 443	7 890	7 405	6 976	6 594	6 252	5 664	5 177	4 767	4 418	4 116	
15 000	12 009	10 920	10 012	9 244	8 585	8 014	7 514	7 073	6 680	6 013	5 467	5 012	4 627	4 297	
19 000	14 443	12 897	11 649	10 622	9 761	9 029	8 400	7 852	7 372	6 568	5 922	5 392	4 949	4 573	
21 000	15 570	13 788	12 372	11 219	10 263	9 457	8 769	8 174	7 654	6 791	6 103	5 541	5 074	4 680	
26 000	18 160	15 781	13 952	12 504	11 328	10 354	9 534	8 835	8 231	7 242	6 464	5 838	5 322	4 890	
28 000	19 113	16 496	14 509	12 949	11 692	10 657	9 791	9 055	8 422	7 389	6 581	5 933	5 401	4 956	

Para garantizar la protección de los cables, sean de circuitos seccionales o de circuitos terminales y considerando el empleo de dispositivos de protección que presentan características de limitación de la corriente de cortocircuito, o con tiempos de apertura inferior a 0,1 s, la protección de los cables queda asegurada si se cumple la siguiente expresión:

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

Siendo:

$I^2 t$  Máxima energía específica pasante aguas abajo del dispositivo de protección. Este dato no es calculable por el proyectista o instalador, por ser un valor garantizado por el fabricante.

S La sección nominal de los cables, en milímetros cuadrados.

K Un factor que toma en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad Térmica volumétrica del conductor, y las temperaturas inicial y final del mismo. Para los Cables con materiales de uso común, el valor de  $k$  para los cables de línea se muestra en la Tabla 771.19.II.

## DISEÑO DE LINEA ANTI-HURTO

Tabla 771.19.II – Valores de  $k$  para los conductores de línea

Aislación de los conductores		$k$					
		PVC $\leq$ 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

$$I := 11 \text{ kA}$$

$$t := 4 \text{ ms}$$

$$S := 95 \text{ mm}^2$$

$$k := 94 \frac{\text{A} \cdot \sqrt{\text{s}}}{\text{mm}^2}$$

$$k^2 \cdot S^2 = (7.9745 \cdot 10^7) \text{ s} \cdot \text{A}^2$$

$$I^2 \cdot t = (4.84 \cdot 10^5) \text{ s} \cdot \text{A}^2$$

$$k^2 \cdot S^2 \geq I^2 \cdot t = 1 \quad \text{Verifica}$$

Protecciones contra sobre corrientes en baja tensión.

Con una salida es suficiente para alimentar los tres tramos de los que se compone el barrio.

El conjunto de viviendas tiene un total de 117.76kVA demandada.

$$P := 117.76 \text{ kV} \cdot \text{A}$$

$$I_{carga} := \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_{BT}} = 169.9719 \text{ A}$$

La corriente admisible del conductor es:

$$I_{admcond} := 200 \text{ A}$$

Corriente nominal de los fusibles

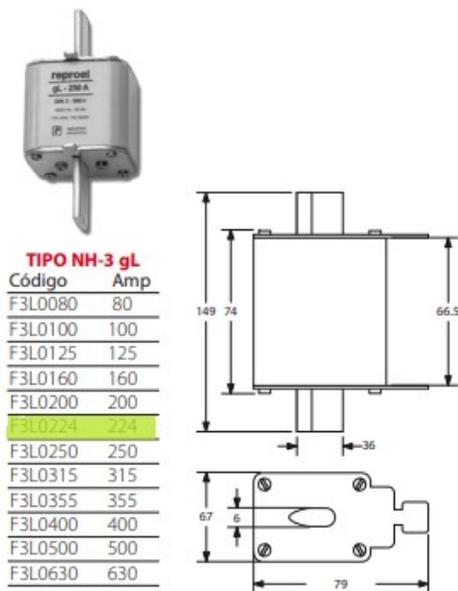
$$I_{nfus} \geq 1.25 \cdot I_{ncable}$$

A la salida se le colocaran 4 fusibles tipo SBT 160, con fusible NH

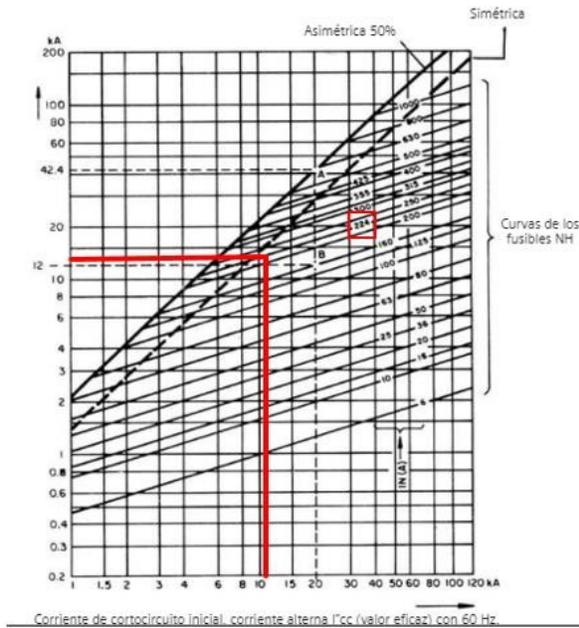
$$I_{fus} := 1.25 \cdot I_{carga} = 212.4649 \text{ A}$$

Se debe elegir el de valor comercial más cercano.

Se encontró el fusible tipo NH-3 gL código de proveedor F3L0224.



## Curvas del fusible

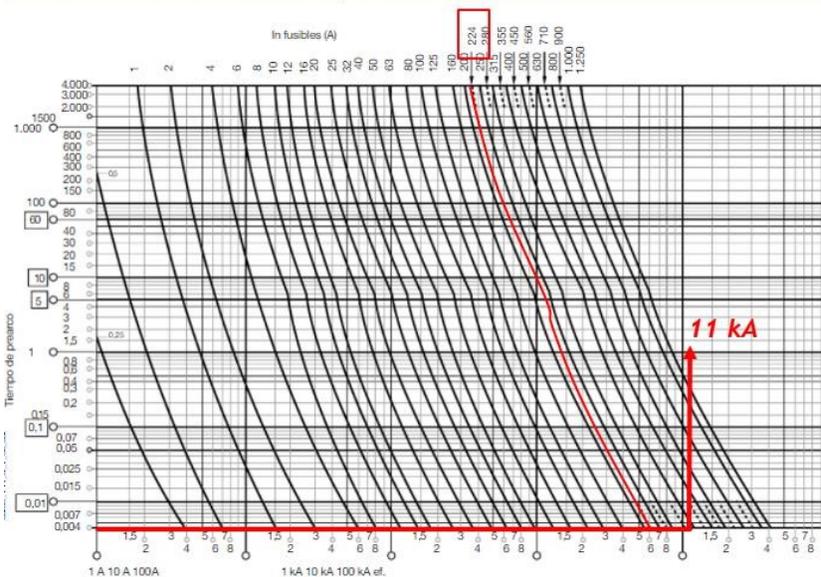


El fusible protege térmicamente al conductor al limitar la corriente de corto circuito fundiéndose antes de que se alcance la primera cresta de la misma. Como en este caso el fusible es “grande” se deben colocar fusibles a la entrada de cada casa.

La corriente de corto circuito a la salida del transformador es  $I_{ch} = 11,028\text{kA}$

Entrando a la grafica con este valor se saca el tiempo de actuación.

### Características de funcionamiento tiempo / intensidad



En este caso es aproximadamente 4 ms.

## DISEÑO DE LINEA ANTI-HURTO

## Plan de mejora

Diseñar una red de distribución, que reemplace a las existentes, con la finalidad de minimizar las pérdidas técnicas y no técnicas de energía eléctrica.

Para ello se contará con personal de planta (almacenes, obras, redes, conexiones) y contratados, utilizando maquinarias y herramientas específicas para tal fin que las mismas deben cumplir con todas las normativas de higiene y seguridad laboral para resguardar la vida del personal interviniente.

### **EXTENSIÓN DE RED DE DISTRIBUCIÓN AÉREA DE BAJA TENSIÓN Y A°P° SOBRE SISTEMA ANTI HURTO**

Extender trescientos cincuenta y uno y medio (351,5) metros de línea aérea trifásica con cable preensamblado de 3x95/50+1x25 mm<sup>2</sup> Al, en las longitudes y direcciones detalladas en plano adjunto.

Para posibilitar lo antes mencionado se deberán realizar las tareas que a continuación se detallan:

1. Montar cinco (5) cabezales terminales anti-hurto sobre columnas de H°A° de 11,00 m R1500 daN, con base cuadrada de H°S° de 1,00x1,00x1,60 m con agujero de Ø 0,60 m y profundidad de empotramiento de 1,20 m.
2. Montar un (1) cabezal de retención anti-hurto con brazo curvo para puente sobre columna de H°A° de 11,00 m R1500 daN, con base cuadrada de H°S° de 1,00x1,00x1,60 m con agujero de Ø 0,60 m y profundidad de empotramiento de 1,20 m.
3. Montar once (11) cabezales sostén con brazo curvo anti-hurto sobre postes de madera tratada con CCA de 11,00 (once) m (MN443) con una profundidad de empotramiento de 1,90 m.
4. Realizar un (1) puente al vuelo trifásico y de A°P°. (Referencias en plano "A").
5. Realizar un (1) puente al vuelo trifásico y de A°P°. (Referencias en plano "B").
6. Desmontar y montar, utilizando morsetería nueva, cinco (5) conexiones de alumbrado público bajo red.

### DISEÑO DE LINEA ANTI-HURTO

7. Se preverán los materiales (cable y morsetería) para la regularización de 25 conexiones monofásicas bajo red.

8. Para garantizar que ante una desconexión accidental del neutro, no ocurran variaciones en la tensión, en los extremos o puntos de finalización las líneas con cable preensamblado a extender se deberán realizar tres (3) puestas a tierra del mismo.

La puesta a tierra de neutro se realizará mediante cable de acero-cobre (AcCu) aislado en XLPE de 35 mm<sup>2</sup> y jabalina tipo Copperweld de Ø 5/8" x 2,00 m hincada a 1,00 m de distancia de las bases de las columnas de H<sup>o</sup>A<sup>o</sup> y a 0,50 m como mínimo bajo el nivel del terreno.

La vinculación entre la jabalina y el cable de AcCu aislado en XLPE se efectuará mediante conector a compresión tipo "G".

La vinculación entre el neutro y el cable de AcCu aislado en XLPE se realizará mediante conector doble dentado aislado bimetálico 16-95/4-35 mm<sup>2</sup> (tipo T1).

En las columnas de H<sup>o</sup>A<sup>o</sup> a montar el cable de bajada para puesta a tierra se deberá extender por el interior de las mismas.

El valor de la resistencia de puesta a tierra no deberá ser mayor que siete (7) ohm.

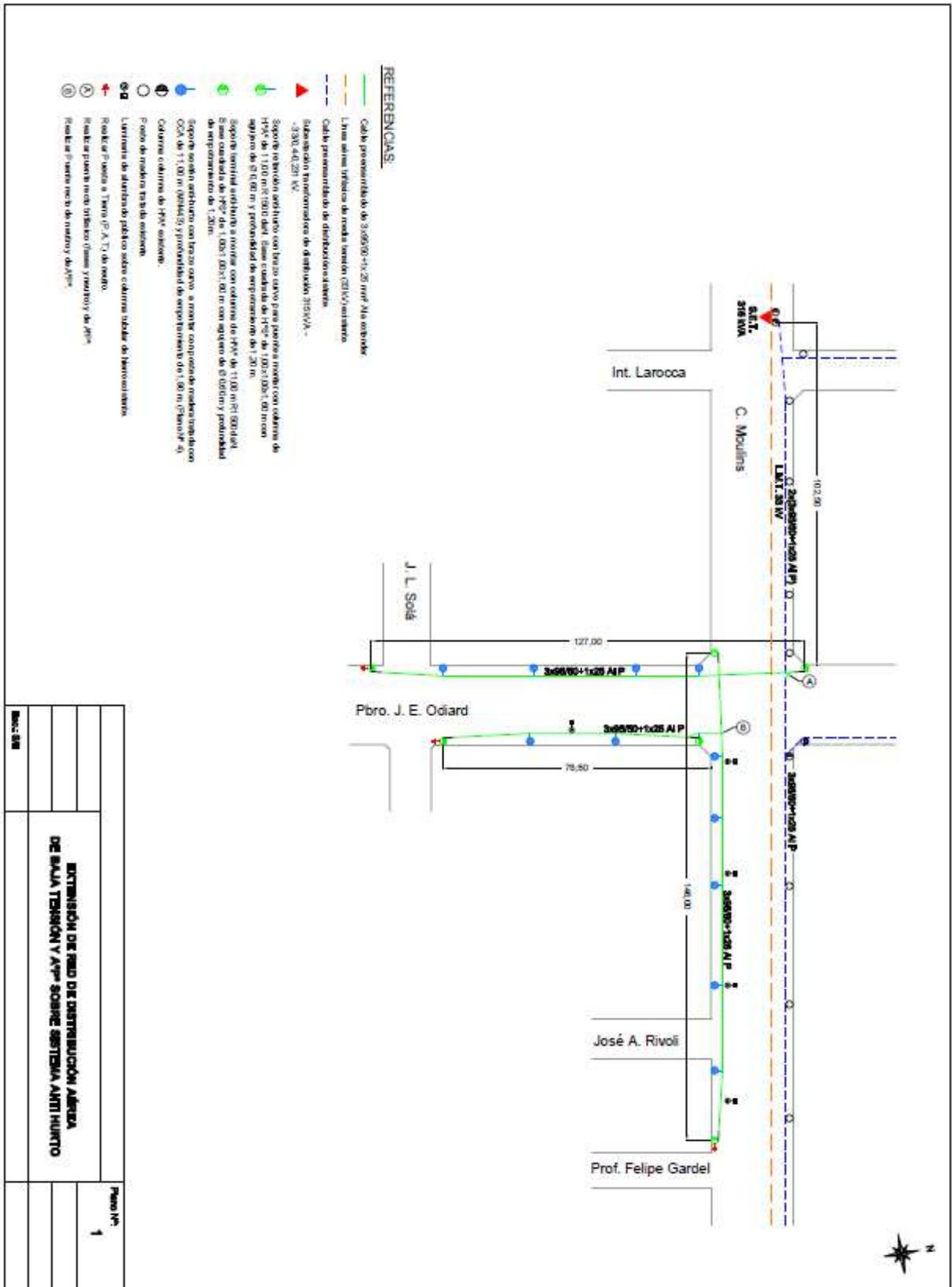
El hincado de la jabalina se efectuará con martinete apropiado, con el objeto de no producir deterioros en el extremo superior durante su colocación en el terreno. Una vez concluido el hincado de la jabalina se procederá a efectuar la interconexión de la misma con el cable. Por ningún motivo se permitirá el hincado de jabalinas con interconexiones ya efectuadas.

Si no pudieran obtenerse los valores máximos de puesta tierra admisibles para cada caso, se deberán instalar tantas jabalinas adicionales como sea necesario hasta lograrlo. No se aceptará en ningún caso la utilización de tratamientos artificiales del terreno, tendientes a la disminución de la resistencia de tierra.

## Presupuesto mejoras

CODIGO	DESCRIPCION	U.M.	CANTIDAD	Valor unitario	VALOR
5810	Abrazadera galvanizada con escote Ø 250-320 mm	C/U	7	\$ 1.031,62	\$ 7.221,34
718	Alambre de Aluminio Ø 2,7 mm (para atar)	Kg	0,1	\$ 1.168,33	\$ 116,83
2086	Arandela de presión galvanizada de 5/8 "	C/U	24	\$ 32,17	\$ 772,08
5816	Brazo curvo para suspensión sistema anti hurto	C/U	11	\$ 21.313,69	\$ 234.450,59
2196	Bulón galvanizado MN 55	C/U	22	\$ 245,84	\$ 5.408,48
2417	Bulón galvanizado MN 64a	C/U	2	\$ 315,92	\$ 631,84
143	Cable de acero galvanizado MN 100	M T S .	21	\$ 87,31	\$ 1.833,51
6029	Cable de acero-cobre de 35 mm² aislado en XLPE	MTS.	42	\$ 939,72	\$ 39.468,24
3320	Cable de Aluminio preensamblado de 3x 95/5 + 1x25 mm²	M T S .	370	\$ 966,14	\$ 357.471,80
4562	Cable de cobre tipo coaxil de 2x4 mm²	MTS.	300	\$ 125,22	\$ 37.566,00
191	Caño negro liso Ø 3/4"	M T S .	6	\$ 68,93	\$ 413,58
4538	Cartucho fusible Neozed de 35 A	C/U	25	\$ 67,80	\$ 1.695,00
5732	Cartucho fusible Neozed de 6 A	C/U	5	\$ 81,57	\$ 407,85
2305	Chapa cuadrada galvanizada MN 84	C/U	22	\$ 35,61	\$ 783,42
2101	Cinta aisladora	C/U	1	\$ 106,84	\$ 106,84
2759	Columna de HªAª 11,00 m R1500 daN	C/U	6	\$ 96.998,93	\$ 581.993,58
6031	Conector a compresion cable-jabalina (tipo CCG1)	C/U	3	\$ 859,30	\$ 2.577,90
4530	Conector dentado aislado con portafusible incorporado	C/U	30	\$ 377,96	\$ 11.338,80
4533	Conector doble dentado aislado 16-95 / 4-25 (tipo T1)	C/U	3	\$ 295,24	\$ 885,72
4532	Conector doble dentado aislado 25-95 / 25-95 (tipo T3)	C/U	25	\$ 372,21	\$ 9.305,25
270	Guardacabos MN 215	C/U	12	\$ 80,42	\$ 965,04
3124	Jabalina lisa Ø 5/8" x 2,00 m (tipo Cooperweld)	C/U	3	\$ 2.167,79	\$ 6.503,37
2734	Ménsula de retención (tipo PKR20)	C/U	6	\$ 460,67	\$ 2.764,02
4535	Morsa de suspensión para preensamblado con bloqueo de neutro y fusible mecánico (Tipo PKS10)	C/U	11	\$ 165,43	\$ 1.819,73
4540	Pinza de retención con amarre flexible (tipo DR1500)	C/U	6	\$ 803,01	\$ 4.818,06
960	Poste de madera tratada con CCA de 11,00 m MN 443	C/U	11	\$ 7.910,64	\$ 87.017,04
601	Prensa hilo galvanizado de 3/8 " .	C/U	24	\$ 76,97	\$ 1.847,28
CH08	Hormign poblre (H10)	M3	1,2	\$ 11.396,10	\$ 13.675,32
HORMIG	Hormigón para bases (H13) (includa excavación)	M3	5,6	\$ 27.568,90	\$ 154.385,84
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$1,568,244,35</b>
	<b>MANO DE OBRA</b>				
	Costo de cuadrilla para montaje	GL.			\$ 350.500,00
	<b>VARIOS</b>				
	Costo de camión grúa	GL.			\$ 268.750,00
	<b>TOTAL PROYECTO</b>				<b>\$2,187,494,35</b>

DISEÑO DE LINEA ANTI-HURTO



DISEÑO DE LINEA ANTI-HURTO

## Fotografías proyecto finalizado





## DISEÑO DE LINEA ANTI-HURTO

Pastorini, César Emanuel



## DISEÑO DE LINEA ANTI-HURTO



DISEÑO DE LINEA ANTI-HURTO

## Impacto

- El impacto más significativo de este proyecto es disminuir las pérdidas técnicas y No Técnicas en el sistema de distribución.
- No generar sobrecargas en las líneas de distribución eléctrica, disminuyendo así las caídas de tensión.
- Conservación de la aislación de los conductores por disminución del efecto Joule.
- Mejor calidad del servicio hacia los usuarios.
- Mejora visual aérea de la zona.
- Disminución de la probabilidad de accidentes eléctricos.

## Conclusiones

Con la realización de este proyecto se produce un beneficio mutuo entre los socios y la distribuidora. Al reducir las conexiones ilegales se mejora sustancialmente la calidad del servicio de distribución de energía eléctrica.

De acuerdo al emplazamiento del barrio y cantidad de viviendas se estimó la demanda, mediante cálculos de utilización y de simultaneidad estimando la demanda del sector en consideración. Se calculó la sección del conductor de la línea de distribución. Verificando las caídas de tensiones, corriente admisible y corriente de cortocircuito en las diferentes líneas.

Todos estos cálculos se realizaron de acuerdo a la normativa vigente Norma AEA (Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas)

## **Bibliografía**

Materiales de estudio de las cátedras, electrotecnia, instalaciones y máquinas eléctricas.

AEA 90364-7-770

AEA 90364-7-771

## Anexos

### CONVENIO GENERAL DE PASANTÍAS

Entre la **Facultad Regional Concordia de la Universidad Tecnológica Nacional**, representada en este acto por su Decano Ing. José Jorge Penco, en adelante "**La Facultad**", por una parte y **Cooperativa Eléctrica y otros servicios de Concordia Ltda.** representada en este acto por su **Director de recursos humanos el SR. Alfredo Peri**, en adelante "**La Empresa**", por la otra, tiene lugar el siguiente Convenio de **Pasantías** sujeto a las cláusulas que a continuación se detallan:

**PRIMERA:** Las partes se comprometen a implementar las Pasantías académicas previstas según la Ordenanza 919/00 que establece el Diseño Curricular de la Carrera de Técnico Superior en Mantenimiento Industrial, quedando establecido que la situación de Pasantías no creará ningún otro vínculo para el alumno, más que el existente entre el mismo y "**La Facultad**" no generándose relación jurídica alguna con "**La Empresa**" en donde se efectúa la **Pasantías**, siendo la misma de carácter voluntario.

**SEGUNDA:** Durante el lapso que dure cada **Pasantía**, los estudiantes estarán cubiertos por las disposiciones vigentes de la Ley Nacional de seguros personales y Riesgo de Trabajos que cubren "**La Empresa**" en el lugar donde se desarrollan las actividades, durante la vigencia del presente Convenio.

**TERCERA:** Las partes de común acuerdo establecerán las pautas y características que tendrá el programa educativo de cada **Pasantía**.

**CUARTA:** La coordinación académica de todo lo referente a la **Pasantías** estará a cargo de la Coordinación de la Tecnicatura Superior en Mantenimiento Industrial de La Facultad, representado por la Lic. Cristina Rodríguez.

**QUINTA:** La **Pasantías** se realizará en **CENTRAL N° 2 Ubicada en calle Chile y Saure de la ciudad de Concordia E.R. (Sector dto. Conexiones y Recupero de Energía)**

**SEXTA:** La duración mínima de las **Pasantías** será de ciento cuarenta y cuatro (144) horas reloj, dividida en la cantidad de jornadas necesarias, siendo la duración de cada jornada de hasta SEIS (6) horas.

**SEPTIMA:** Las partes se comprometen a:

- a) Suscribir el respectivo Acuerdo Individual de **Pasantías**
- b) Brindar al estudiante los conocimientos y datos necesarios para el cumplimiento de las **Pasantías**.

**OCTAVA:** "**La Empresa**" se compromete a suscribir, una vez terminadas las **Pasantías**, una constancia que le será entregada al alumno, donde se certifiquen las horas cumplidas.

**NOVENA:** "**La Facultad**" se compromete a entregar al estudiante un certificado que acredite su participación en las **Pasantías**.

**DÉCIMA:** "**La Facultad**" designará un Tutor de la Pasantía quien tendrá a su cargo la supervisión del proceso enseñanza-aprendizaje del alumno. Asimismo "**La Empresa**" designará un interlocutor, quien será el responsable de la coordinación de la Pasantía.

**DÉCIMA PRIMERA:** Al finalizar las **Pasantías** el Tutor elaborará un informe evaluando la Práctica desarrollada por el alumno. Estos informes tendrán carácter reservado y se confeccionarán en doble ejemplar, uno para "**La Empresa**" y otro para la Secretaría Académica de "**La Facultad**".

En prueba de conformidad y acuerdo se firman dos ejemplares del mismo tenor y a un solo efecto en la Ciudad de Concordia a los 14 días del mes de septiembre del año dos mil veinte.

  
ALFREDO O. PERI  
Director de RRHH  
Coop. Eléctrica y O. S. de Cala Ltda

  
Ing. JOSÉ JORGE PENCO  
DECANO

## ACUERDO INDIVIDUAL DE PASANTÍAS

Dentro del convenio general de **Pasantías** suscrito entre la **Facultad Regional Concordia** y **Cooperativa Eléctrica y otros servicios de concordia Ltda.** en el marco de la Ordenanza 919/00, el **Ing. José Jorge Penco** por una parte y el **SR. Alfredo Peri Director de recursos humanos** por la otra suscriben el presente Acuerdo Individual de **Pasantía** para el alumno **Pastorini, César Emanuel**, DNI N° 34.805.342 de Legajo N° 2234, según las cláusulas que a continuación se detallan:-----

**PRIMERA:** El alumno deberá respetar estrictamente las normas internas de **"La Empresa"**, efectuar sus obligaciones con diligencia, puntualidad, asistencia regular, dedicación y excelente presentación.-----

**SEGUNDA:** Al considerarse las instalaciones de **"La Empresa"** una extensión del ámbito de aprendizaje, durante el transcurso de las **Pasantías** el alumno quedará sometido a la potestad disciplinaria de la **"Facultad"**.-----

**TERCERA:** El alumno deberá considerar información confidencial toda la que reciba o llegue a su conocimiento con motivo de la **Pasantía**, sea información relacionada con las actividades de la empresa o sus clientes, o los procesos o métodos adoptados por la empresa. El incumplimiento por parte del alumno de las obligaciones expresadas anteriormente, como así también todos aquellos actos y omisiones que puedan atentar contra la letra, espíritu o principios que regulan el sistema de **Pasantías** y objetivos que el mismo persigue, serán considerados graves y constituirán causa suficiente para que **"La Empresa"** deje sin efecto de inmediato la **Pasantía** otorgada.---

**CUARTA:** **"La Empresa"** fija como lugar de desarrollo de la **Pasantía** **CENTRAL N° 2** Ubicada en calle Chile y Saure de la ciudad de concordia E.R. (dto. Conexiones y Recupero de Energía), durante días hábiles de lunes a viernes y el horario a cumplir será de 6 seis (horas).-----

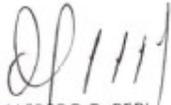
**QUINTA:** La **Pasantía** tendrá como objetivo la elaboración de un informe y una propuesta de mejoramiento de diseño de línea antihurto en un barrio carenciado.-----

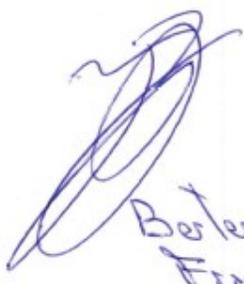
**SEXTA:** **"La Empresa"** designa como interlocutor al **Sr. Federico Schattenhöfer** y **"La Facultad"** designa como tutor al **Ing. Berterame Franco** (profesor de la carrera según el tema tratado)

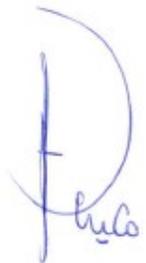
**SEPTIMA:** Cualquiera de las partes podrá rescindir el presente convenio, con el sólo requisito de notificar fehacientemente dicha decisión a la otra parte con quince días de anticipación.

En la ciudad de Concordia a los 14 días del mes de septiembre de dos mil veinte se firman tres ejemplares del mismo tenor y al mismo efecto.

  
Ing. Federico Schattenhöfer  
DIRECTOR COMERCIAL  
Coop. Eléctrica y O.S. de Cdia. Ltda.

  
ALFREDO O. PERI  
Director de RRHH  
Coop. Eléctrica y O. S. de Cdia. Ltda.

  
Berterame  
Franco

  
Ing. JOSÉ JORGE PENCO  
DECANO