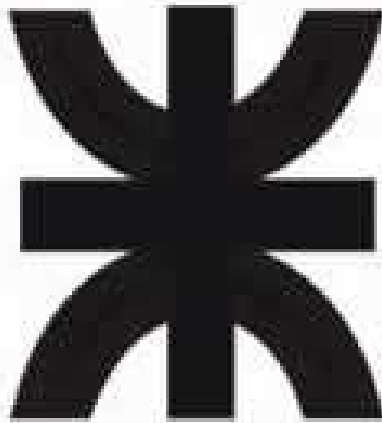


**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL SAN RAFAEL**



PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

**PREPARACION DE DOCUMENTACION TECNICA DEL
DEPARTAMENTO DE NUEVOS SUMINISTROS DE
EDEMSA**

EMPRESA: EDEMSA

ACTIVIDAD PRINCIPAL DE LA EMPRESA: Distribución de Energía Eléctrica

ALUMNO: Arredondo, Renzo Mauro

PROFESOR: Chiacchio, Duilio

JTP: Membrive, Marcelino

SUPERVISOR: Membrives, Javier

AÑO: 2015

ÍNDICE

Formulario de propuesta de inscripción	2
1. Introducción	3
2. Objetivos de las PPS	3
3. Actividades propuestas por la empresa	3
4. La empresa	3
4.1 Ubicación y actividad principal	3
4.2 Reseña histórica	4
4.3 Área de concesión	4
4.4 Organización	5
5. Búsqueda de ofertas	5
6. Adaptación a la empresa	6
7. Descripción de actividades	6
7.1 Reglamento para Nuevos Suministros	6
7.2 Manejo de software	7
7.2.1 Softwares utilizados	7
7.3 Armado de carpetas para Nuevos Suministros	10
7.3.1 Procedimiento de armado de carpeta	11
7.4 Certificado de Direccion General de Catastro.....	13
8. Actividades específicas	13
8.1 Extensión de línea de MT en Salto de las Rosas	13
8.2 Supervisión de obras	19
8.2.1 Reemplazo de transformador	19
8.2.2 Armado de subestación transformadora	21
8.2.3 Traslado de línea	22
8.2.4 Tendido de línea subterránea	23
8.2.5 Nuevos suministros	24
8.3 Trabajos de oficina	25
9. Conclusiones	25
10. Anexo	27

1. Introducción

En el presente informe se desarrollan los conocimientos y la experiencia adquirida a través de la realización de las Prácticas Profesionales Supervisadas (PPS), iniciadas el día 03/03/2015 y finalizadas el día 12/05/2015, donde se cumplieron 200hs de trabajo.

Las mismas se realizaron en la empresa “EDEMESA”, en el departamento técnico de Obras y Nuevos Suministros, teniendo como labor específica la preparación de documentación técnica correspondiente a dicho sector de la empresa.

2. Objetivos de las PPS

Los objetivos planteados son los siguientes:

- Aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones reales.
- Adquirir experiencia en relaciones interpersonales con personal de la empresa de mayor y menor jerarquía.

3. Actividades propuestas

Las actividades que se desarrollaron dentro de la empresa fueron:

- Colaboración con el armado de documentación de cada una de las carpetas de obra.
- Cálculo de caída de tensión y sección de conductores según potencia.
- Elaboración de planos.
- Manejos de normas de EDEMESA para nuevos suministros de menos de 100KW de demanda.
- Normas para obras por terceros.

4. La empresa

4.1. Ubicación y actividad principal

La empresa donde desempeñé mis tareas fue EDEMESA (Empresa Distribuidora de Electricidad de Mendoza Sociedad Anónima) cuya actividad principal es la distribución y comercialización de energía eléctrica; abarcando once departamentos de la provincia de Mendoza, lo que representa el 74% de la superficie total de la provincia.

Las labores se realizaron en la Subgerencia de Distribución Sur, ubicada en calle Edison 550, en el departamento de San Rafael.



Plano de ubicación de la Subgerencia Sur

4.2 Reseña histórica

De conformidad con las leyes N°6497 y 6498, el Poder Ejecutivo de Mendoza puso en marcha el denominado proceso de transformación del sector eléctrico provincial. Así, dividió las actividades que realizaba la antigua empresa estatal EMSE en distribución y generación de energía eléctrica.

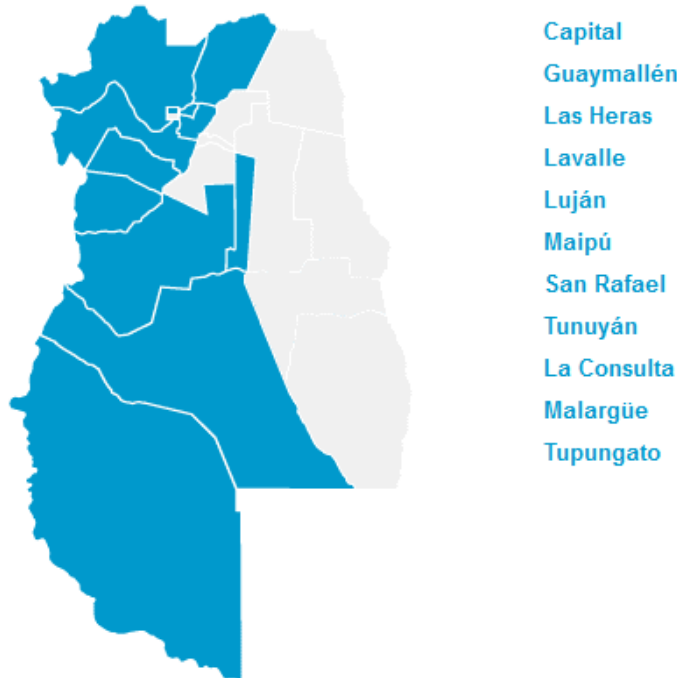
EDEMSA se formó el 19 de febrero de 1998, a través del Dec. N° 224/98, cuando el Poder Ejecutivo provincial aprobó el pliego de bases y condiciones del llamado a licitación pública internacional para la venta de las acciones. La empresa obtuvo el derecho a la explotación del sector distribución.

El plazo de la concesión otorgada es de 30 años.

4.3 Área de concesión

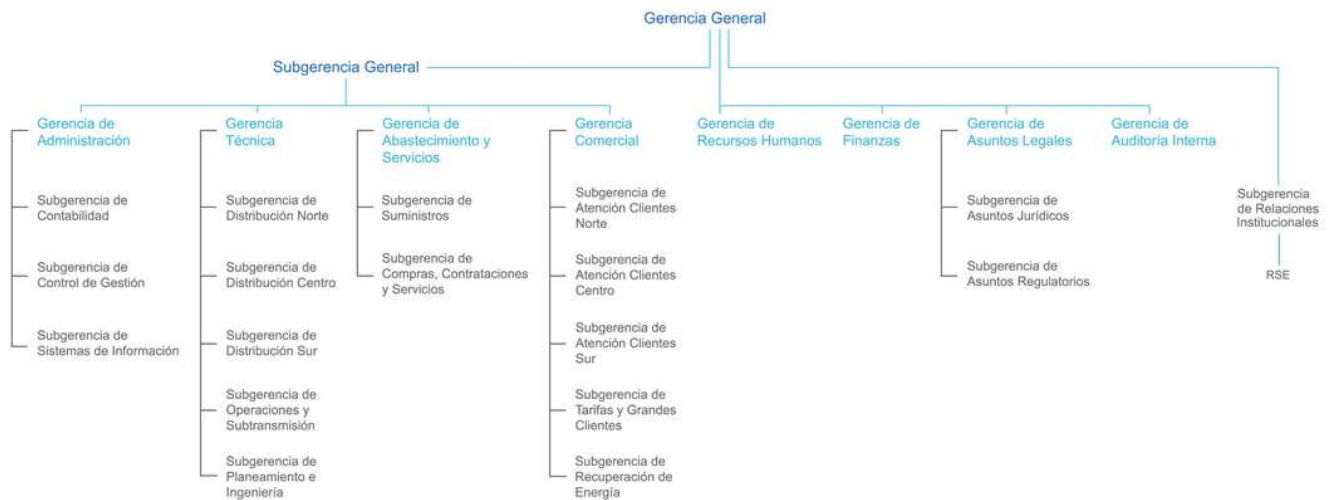
La Distribuidora tiene la concesión sobre un territorio que comprende el 74% de la superficie de Mendoza, la cual asciende a 109.908 Km². La población de la provincia es cercana al 1,6 millones de personas; lo que representa alrededor del 4,3 % del total del país.

El resto de la provincia de Mendoza (siete departamentos) está bajo la jurisdicción de otras compañías o de cooperativas eléctricas regionales.



4.4 Organización

La empresa está conformada estructuralmente como se muestra en el siguiente organigrama:



La posición que ocupé en el transcurso de las Prácticas Profesionales fue dentro de la Subgerencia de Distribución Sur, en el sector de Obras y Nuevos Suministros

5. Búsqueda de ofertas

Ante la necesidad de realizar las Prácticas Profesionales Supervisadas para finalizar mis estudios en la carrera de Ingeniería Electromecánica, tuve como primer desafío la búsqueda de ofertas de posibles PPS.

Como primera medida opté por indagar en páginas de internet específicas en búsqueda de trabajo donde encontré una posible oferta por intermedio de una consultora local, pero no quedé seleccionado.

Luego me comuniqué con distintas empresas del ámbito local por intermedio de correos electrónicos, aunque las respuestas fueron prácticamente nulas.

Una de las que sí atendió mi pedido ofreció una posible práctica, pero la misma fue rechazada por la Facultad a razón de que la tarea propuesta no cumplía con los requisitos primordiales de las PPS. De todas maneras, la experiencia fue positiva debido a que tuve una reunión muy similar a una entrevista de trabajo, lo que representó mi primer acercamiento al mercado laboral.

Por último, recurrí a contactarme con las empresas personalmente. El primer lugar al que asistí fue EDEMSA, entrevistándome con el Subgerente Técnico, el ingeniero Néstor Igolano, quien mostró un interés inmediato. El me propuso una serie de actividades que fueron aprobadas por la Facultad y de esta forma di por finalizada la etapa de búsqueda de PPS.

6. Adaptación a la empresa

Al ingresar a la empresa fui recibido por el Ingeniero Néstor Igolano quien cordialmente me presentó a los integrantes del departamento técnico, los señores Daniel Cordero, Luciano Ruiz y Gustavo Guerrero, y con el Jefe del Departamento de Nuevos Suministros, señor Eduardo García.

Ellos me recibieron amablemente y fueron ambientándome al sector de manera progresiva. En un primer momento me explicaron brevemente las distintas labores que se realizan diariamente allí, los softwares utilizados y los procedimientos, tanto técnicos como administrativos, a seguir para el armado de carpetas de Nuevos Suministros.

También recibí un paneo general del edificio. Me mostraron la distribución del resto de las oficinas correspondiente a los otros departamentos técnicos y me comentaron las actividades que se desarrollan cotidianamente en cada uno de ellos.

7. Descripción de actividades

7.1 Reglamento para Nuevos Suministros

Para poder preparar la documentación técnica para el armado de las carpetas, resulta indispensable conocer y utilizar adecuadamente el Reglamento de

Suministro de Energía Eléctrica, particularmente el Artículo N°10 “Ampliación de red por solicitud de Suministro”.

Por dicho motivo, mi primera actividad consistió en la lectura y análisis de dicho reglamento, haciendo hincapié en el artículo ya nombrado, puesto que ahí se detalla lo correspondiente a los límites de expansión, evaluación técnica, tiempos de respuestas, electrificación de loteos y urbanizaciones, entre otros puntos.

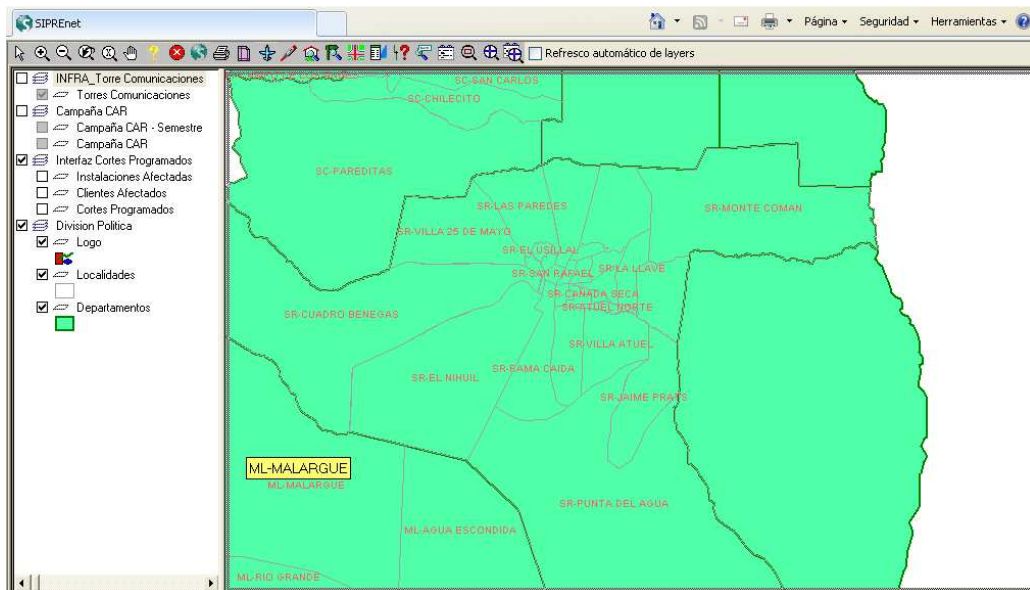
7.2 Manejo de Software

Los trabajos dentro del Departamento son realizados en su mayoría por diferentes programas de computadora. El uso de los mismos se fue dando de manera muy lenta pero progresiva a causa de múltiples factores, entre los que se destacan la falta de PC y la necesidad de usuarios y contraseñas (que solo se les provee a los empleados de la empresa).

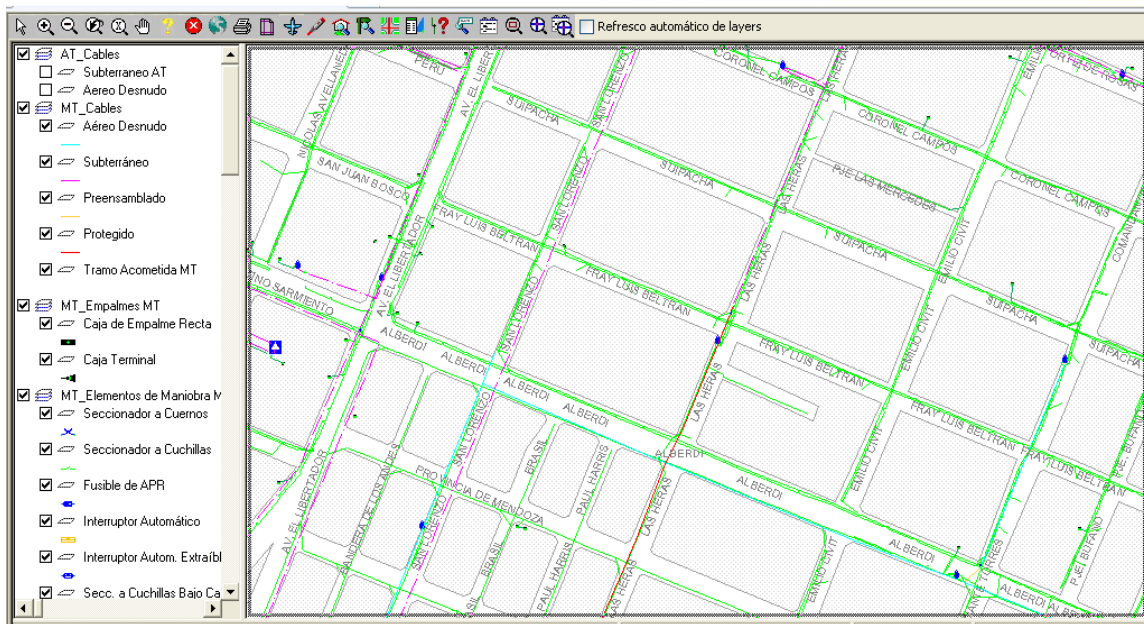
7.2.1 Softwares utilizados

Los softwares utilizados en el sector se clasifican en externos e internos.

- Softwares externos a la empresa: son aquellos a los cuales tiene acceso cualquier persona, ya sea empleado o una persona ajena a la empresa. Aquí sobresalen el uso del Paquete Office (Word, Excel, etc), para el armado y redactado de planillas, contratos, certificados, etc.; AutoCAD, para la realización de planos en digital y MathCAD, para la confección de memorias de cálculo.
- Softwares internos a la empresa: son aquellos adquiridos por EDEMSA para uso exclusivo de sus empleados y por ende, los mismos solo se instalan en las computadoras de la empresa. El acceso es con usuario y contraseña otorgado a cada trabajador. Los programas utilizados en el sector se mencionan a continuación:
 - SIPRE: es un programa con base de AutoCAD en el cual se encuentra graficada toda la red de distribución, tanto de media como baja tensión. El mismo es actualizado constantemente por la empresa conforme a nuevas prolongaciones en líneas tanto de baja como de media tensión. La búsqueda de una dirección específica se puede hacer por intermedio del mapa o a través de una opción del propio programa en el cual se ubican el cruce de dos calles, simplemente colocando el nombre de las mismas. Además, el propio software indica el diámetro de conductores, los códigos de los transformadores, permite medir distancias, etc.

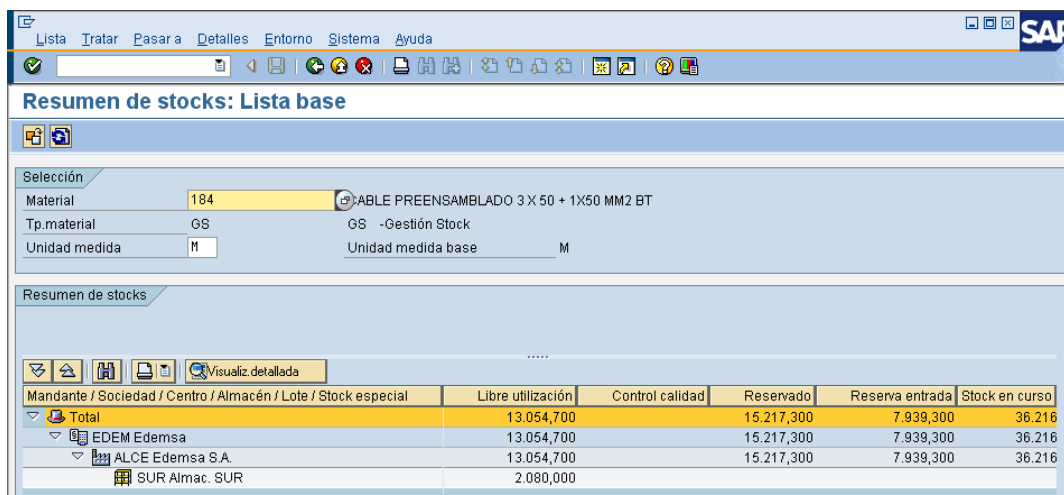
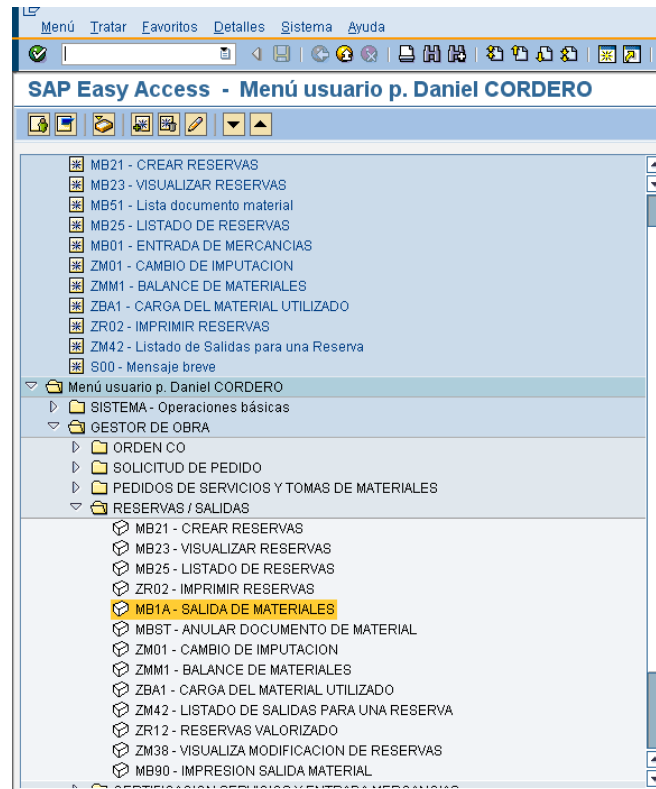


Captura de pantalla de SIPRE - En la imagen se encuentra un mapa geográfico de la provincia de Mendoza, que es la zona donde abarca el alcance de EDEMSA. Al agrandar la imagen dentro de la ciudad de San Rafael, se puede visualizar la división de la ciudad en los diferentes distritos.



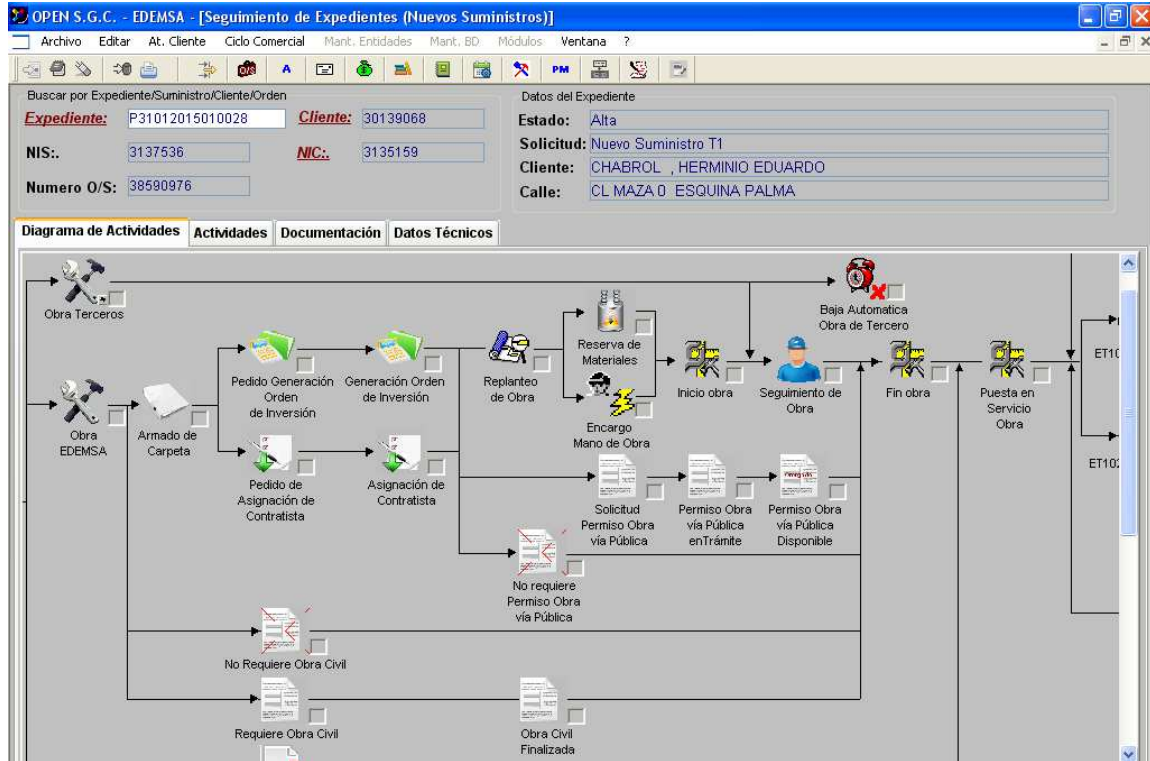
Captura de pantalla de SIPRE - La imagen corresponde al agrandar la escala dentro del distrito de Ciudad, San Rafael. Aquí se observa el plano de las distintas manzanas, con los nombres de las calles, y los tendidos eléctricos a escala. Se distinguen con diferentes colores las líneas de media tensión aérea en color celeste, líneas de media tensión subterráneas en color violeta, líneas de baja tensión en color verde y las subestaciones indicadas en círculos en color azul.

- SAP: la utilización de este software permite tener una base de datos actualizada de los distintos registros correspondientes a cada obra, además de controlar y gestionar el stock de materiales del almacén. Todo esto se realiza por medio de códigos preestablecidos. Con este programa se alcanzó disminuir notoriamente los tiempos de trámites administrativos de todos los sectores de la empresa, como también se logró que estas actividades sean menos laboriosas.



Captura de pantalla SAP – Interfaz del Usuario. Consulta de Salida de Materiales

- **OPEN:** permite, de manera gráfica, tener comunicación en los avances de las diferentes obras, entre el sector de comercial ubicado en la Ciudad de Mendoza y el sector de Nuevos Suministros.



Captura de Pantalla OPEN - En la imagen se observa parcialmente la interfaz del programa. En la parte superior se encuentran los datos del cliente, a los cuales se ingresan por medio del número de expediente. En la parte inferior se visualiza el avance de la obra y de la carpeta correspondiente a dicho expediente, esto de manera muy práctica, ya que el mismo software utiliza iconos que representan la actividad y flechas direccionales que indican la próxima labor a seguir según corresponda.

- **LOTUS:** es un correo electrónico utilizado para comunicación interna entre el personal de la empresa.

7.3 Armado de carpetas para Nuevos Suministros

La principal tarea que realicé fue el armado de carpetas para Nuevos Suministros. Recibí instrucciones de cómo se procede a la elaboración de las mismas por parte de los integrantes del sector. Me fueron explicando y mostrando como se interactúa diariamente con otros sectores de la empresa y, por sobre toda las cosas, con los empleados de las contratistas y los usuarios.

La mayoría de los días colaboré en las distintas labores que conlleva esta actividad puesto que cada empleado del departamento realiza varias carpetas de manera simultánea, conforme van avanzando las obras.

7.3.1 Procedimiento de armado de carpeta

El armado de la documentación de las carpetas es un trabajo en conjunto entre el Área Técnica, en el sector de Obras y Nuevos Suministros, y el Área Comercial. Por este motivo, las mismas se confeccionan de manera coordinada y siguiendo una serie de pasos de manera ordenada.

La forma de proceder se resume de la siguiente manera:

- a) **Recepción de expediente:** el Jefe de Departamento, Eduardo García, recibe expedientes para otorgar Nuevo Suministro por parte del Área Comercial, quienes previamente han recibido una solicitud del usuario. Entonces, reparte dichos expedientes a los empleados del sector quienes ya se encuentran en condiciones de comenzar con los proyectos. Dentro del expediente se toman datos del usuario, la dirección del emplazamiento y el tipo de conexión.
- b) **Relevamiento y croquizado:** por medio de un móvil de la empresa, el proyectista se dirige hacia la ubicación en donde se va a otorgar el suministro. En ese lugar se debe buscar y determinar de qué red, ya sea de media o de baja tensión, se va a alimentar al usuario. Luego, por intermedio de un elemento de medición llamado odómetro, se toman las medidas que se consideren pertinentes. Una vez hecho esto, se realiza un croquis a mano alzada. Se debe tener en cuenta todo lo que se crea necesario para el proyecto como cruce de calles, puentes, alambradas, etc.; de modo que al momento de trabajar y proyectar la obra no resulte necesario tener que volver al lugar, lo que se vería reflejado como una importante pérdida de tiempo.
- c) **Proyección y análisis:** con todos los datos recabados del ítem anterior y en función de los mismos, se procede a la proyección de la obra. Es en este instante en donde se debe tomar decisiones sobre cuál es la mejor opción técnico – económica a seleccionar. Para ello, hay que tener en cuenta una serie de factores, los cuales citaré algunos a continuación:
 - o La red solicitada existe, por lo cual solo resulta necesario la colocación de la acometida: este es el caso más sencillo, puesto que prácticamente no se necesita proyectar nada. La habilitación de la obra es rápida pues la magnitud de la obra es muy pequeña.
 - o La red solicitada existe, pero la línea de baja tensión o el transformador de la subestación se encuentran sobrecargadas: en el primer caso se debe realizar un análisis técnico - económico para determinar qué resulta conveniente. Se puede elegir entre el cambio de sección del conductor del preensamblado existente o el agregado de un preensamblado nuevo; con todos los elementos correspondientes como postes, retenciones,

suspensiones, etc., a la salida de la subestación. En el segundo caso, se determina la potencia que debe tener el nuevo transformador, el cual se seleccionara previendo el aumento de potencia requerida en función de futuros consumos.

- o La red solicitada no existe: el proyectista debe prolongar el ramal correspondiente a la línea de media tensión que alimenta la zona, de manera que considere conveniente, según un análisis técnico - económico previo realizado. Si la energía se solicita en baja tensión, entonces de deberá proyectar de igual manera la red de baja tensión. Por ser la obra de mayores dimensiones y, por ende, la más cara, es la que requiere un análisis más exhaustivo.

Aclaraciones

- En todos los casos, se verifican la caída de tensión y la corriente según potencia.
 - El estado de las líneas y transformadores se determina por medio de comunicación al centro de control.
 - El centro de control, además, verifica si el troncal de media tensión se encuentra sobrecargado. En caso de llegar al límite, deberá diseñarse otro troncal o, incluso, podría determinarse la imposibilidad de suministrar energía.
- d) Valorización: recibe esta denominación a la confección del presupuesto de la obra. Simplemente se suman los diferentes costos de todos los elementos y mano de obra utilizados, y se arma una planilla denominada baremo. Para ello, se utiliza el precio dólar otorgado por el software SAP.
- e) Iniciación de obras: el proyecto se envía al sector comercial de Mendoza, que realiza procedimientos administrativos y lo devuelven al Jefe de Departamento, ya habiéndose designado la contratista que realizará la obra. En primer lugar, por intermedio de SAP, se verifica que los materiales a utilizar se encuentren en el almacén de la empresa, caso contrario se carga el pedido en el software para que el mismo se solicite al proveedor. Se realizan los trámites contractuales correspondientes y se procede con la iniciación de la obra por parte de la contratista.
- f) Inspecciones y solicitud de corte: el proyectista tiene la obligación de supervisar que la contratista realice las labores tal cuál le fueron asignada y que haya utilizado los materiales detallados en el baremo. Vale aclarar que los empleados de la contratista, utilizando la experiencia de trabajos anteriores y en previo acuerdo con el proyectista, puede realizar modificaciones que considere conveniente al proyecto original, pero todo debe quedar registrado. En el momento de realizar el conexionado, o si se debe modificar la ubicación de la E.T. o reemplazar el transformador, se ordena, por intermedio del sistema de solicitud de corte programado, un pedido de corte donde se indica cuanto tiempo se encontrará sin energizar la línea.

- g) *Digitalización*: finalizados los trabajos correspondientes se realiza lo que se denomina plano de obra, que es simplemente el relevamiento actualizado del lugar. Con ayuda del software AutoCAD, el mismo se confecciona de manera digitalizada. No se requiere que sea a escala, pero sí que contenga todos los elementos y detalles. Una vez terminados, se envían por correo electrónico al sector comercial de la empresa ubicada en la ciudad de Mendoza, quienes lo adecuan y lo actualizan en el SIPRE.
- h) *Cierre de carpeta y archivado*: se continúa con la confección de la documentación de cada carpeta, ya sea el papelerío correspondiente al almacén, calificación de la contratista (encuesta), etc. La misma se da por cerrada cuando se llena el formulario del acta de recepción provisoria de obra, un contrato en donde se estipula una garantía con la contratista de 180 días. Por último, la carpeta es archivada para que, en caso que resulte necesario, se vuelva a abrir.

7.4 Certificado de Dirección General de Catastro

En el sector también se emite el Certificado de Prefactibilidad de Suministro Eléctrico. Esta labor se divide entre el personal, por lo cual también colaboré con la confección de los mismos. El trabajo es sencillo: los propietarios de loteos o fraccionamientos deben certificar ante la Dirección General de Catastro que sus propiedades tienen la capacidad de recibir energía eléctrica de la red. Envían una solicitud (adjuntando el plano) a EDEMSA pidiendo un certificado que indique si es posible el suministro de energía. Entonces, se arma la notificación colocando los datos correspondientes, que se sacan del plano adjunto y se verifica si existe alguna red eléctrica disponible con ayuda del SIPRE.

8. Actividades específicas

8.1 Extensión de la línea de MT en Salto de las Rosas

El desafío más importante que tuve que afrontar en mi paso por EDEMSA fue la realización del cálculo, tanto mecánico como eléctrico, de la extensión de una de las líneas de media tensión (LMT) en Salto de las Rosas. El proyecto nació como una necesidad de mejora y adecuación de la línea de baja tensión (LBT) ubicada en calle Babacci, en dicho distrito.

La demanda de energía eléctrica por parte de un Nuevo Suministro en la zona generó dudas en la persona a cargo de la obra, el señor Luciano Ruiz.

La problemática que se planteó fue que la distancia de la red de baja tensión existente en el lugar se encuentra en el límite en el cual la caída de tensión que se produce es admisible. Un aumento de consumo eléctrico empobrecería la calidad de energía a valores inferiores a lo estipulado por norma.

La solución técnica que más adecuada resultaba en extender la LMT hacia ese terreno. Pero, como el ramal más próximo se encuentra a más de 400 metros

de distancia de la ubicación del Nuevo Suministro, el usuario debía hacerse cargo de parte del presupuesto; conforme a lo que indica el Artículo N°10 del Reglamento de Suministro de Energía Eléctrica.

Esta situación generó un conflicto de intereses entre el consumidor y la empresa.

Luego de un análisis con los demás integrantes de sector, incluido el Jefe de Departamento Eduardo García, se concluyó que la opción más razonable era el conexionado a la LBT pues la potencia demandada era relativamente pequeña.

La caída de tensión se compensó con la colocación de un conductor sobredimensionado. Si bien no es la solución técnica conveniente, resultó ser la más económica.

Igualmente, como se prevé un creciente consumo en ese sector, resultará necesario que en un futuro se proceda a la extensión del distribuidor hacia esa zona.

Si bien las obras en BT y MT no necesitan cálculos previos debido a la utilización de materiales estandarizados, el hecho de que la LMT proyectada cruce la Ruta Nacional 143, hace que se deban cumplir ciertos trámites y requisitos impuestos por la Dirección Nacional de Vialidad. Se solicita, entre otras cosas, el cálculo mecánico y eléctrico de la obra. Por este motivo, el Ing. Ruiz me pidió que me hiciera cargo de este proyecto.

Relevamiento

Por medio de movilidad de EDEMSA, junto al Ing. Ruiz, nos acercamos al lugar y recabamos todos los datos que consideramos que resultarían necesarios.

Primero recorrimos el lugar donde se hizo el pedido del nuevo suministro. Observamos que la zona se encuentra en etapa de urbanización. Además, se visualizó la apertura de nuevas calles y canchas de fútbol con luminarias.

En el lugar existe red una LBT, pero la misma no recorre todo el largo de la calle. Procedimos a tomar las distancias entre postes y entre el usuario y la subestación transformadora, obteniendo como resultado 35 y 700 metros, respectivamente.

También medimos el trayecto hasta la LMT más próxima, ubicada a unos 450 metros hacia el Norte.

Por último, verifiqué el tipo de columna del cual iba a tomar la prolongación de la línea de MT, observando que el mismo era un soporte tipo 12-R 500-3

Todo el relevamiento se hizo especial atención y detalladamente, puesto que cualquier dato omitido podría haber generado la necesidad de volver al lugar, lo que hubiese conllevado una pérdida de tiempo.

Normas y materiales normalizados

Antes de comenzar con la realización de la memoria de cálculo, decidí analizar la normativa correspondiente por parte de la empresa. Allí observé que los pasos a seguir para la proyección de una LMT son similares al de una línea de alta tensión, por lo que simplemente debía aplicar los conocimientos adquiridos en la facultad. De todas maneras, esta actividad me permitió refrescar algunos temas.

Por otro lado, el señor Daniel Cordero me facilitó los planos de los materiales normalizados utilizados por la distribuidora (postes de madera y de hormigón, aisladores, morsetería, etc), por lo que decidí tomarme un tiempo para examinarlos.

Memoria de cálculo

A continuación, procedo a explicar los pasos e inconvenientes que se fueron sucediendo a medida que fui realizando la memoria de cálculo de la línea. El cálculo completo y detallado se encuentra en el Anexo.

Los datos que utilicé para la realización de la memoria de cálculo fueron los recabados del relevamiento y de la normativa.

Por citar algunos ejemplos, determiné que la sección de la línea proyectada es de 35mm² ya que es la mínima dispuesta por norma y el material del conductor es aluminio por cuestiones de costos y vandalismo.

La potencia de proyección fue propuesta por mi (la estimé para 120 casas, a 1.5KW cada una, como indica la normativa de electrificación).

Los vanos son de 70 metros porque existe LBT, de modo que simplemente se reemplazara un poste de baja tensión (que se encuentran separados a 35 metros) por uno de media tensión cada dos postes.

Por lo que:

$s_{\text{cond}} := 35\text{mm}^2$ Sección de conductores

Material: Aluminio

$U := 13200\text{V}$ Tensión

$P := 180000\text{W}$ Potencia de proyección

$\phi := 36.87$

$a := 70\text{m}$ Vano medio

Cálculo eléctrico

Se verificó que la caída de tensión fuera menor a la admisible, es decir menor al 5%:

$$I := \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot 0.85} = 9.262 \text{ A}$$

$$\Delta U := 2\sqrt{3} \cdot I \cdot L_1 \cdot (R_1 \cdot \cos(\phi) + X \cdot \sin(\phi)) = 7.748 \text{ V}$$

El tramo existente tiene una caída de tensión de:

$$\Delta U_2 := \sqrt{3} \cdot I_2 \cdot L_2 \cdot (R_2 \cdot \cos(\phi) + X_2 \cdot \sin(\phi)) = 433.798 \text{ V}$$

Por lo que la caída de tensión total es:

$$\Delta U_{\text{total}} := \Delta U + \Delta U_2 = 445.075 \text{ V} \quad \text{Verifica}$$

Cálculo Mecánico

El cálculo mecánico se divide en dos partes principales: altura del soporte y resistencia del mismo.

Para la primera parte, se realiza la sumatoria de la altura mínima por norma, la flecha del conductor, distancia de las crucetas y altura de aisladores. En la segunda parte, se calculan todas las fuerzas que actúan sobre el soporte y se las refiere a la cima del mismo.

Tiro de los conductores

Procedí con la búsqueda del tiro de los conductores, que se realiza en función de las condiciones de estados. Dichas condiciones son valores climáticos desfavorables que varían según la zona del país en donde se vaya a realizar la línea y los mismos están normalizados. En la zona de San Rafael se resumen de la siguiente manera:

Condición	Temperatura (°C)	Vel. Viento (km/hr)
Estado 1	-20	0
Estado 2	-5	50
Estado 3	10	120
Estado 4	45	0

Como se puede observar en el anexo, los resultados arrojaron que la condición más desfavorable es la correspondiente al Estado 1 y, por ende, es bajo esos parámetros en donde el cable estará sometido al máximo esfuerzo:

Tabla de estados vano 70m			
Condición	Tensión (kg/mm ²)	Tiro (kg)	Flecha (m)
Estado 1	8	280	1.225
Estado 2	7.5	262	1.319
Estado 3	6.6	231	1.369
Estado 4	1.5	53.2	1.094

Realizado esto, confeccioné la tabla de tendido, que indica los tiros con los cuales se debe realizar el tendido eléctrico en función de la temperatura, sin considerar viento ni hielo, pues se presupone que las labores se van a realizar un día en que las condiciones climáticas sean favorables. La misma quedo de la manera siguiente:

Conductor Al 35mm ²			
Temp. (°C)	Tension (Kg/mm ²)	Tiro (Kg)	Flecha (m)
0	2.82	98.7	0.59
5	2.64	92.4	0.63
10	2.47	86.45	0.67
15	2.32	81.44	0.71
20	2.19	76.65	0.75
25	2.07	72.45	0.80
30	1.96	68.6	0.84
35	1.86	65.1	0.89
40	1.78	62.3	0.93
45	1.70	59.5	0.97

Procedí a realizar lo mismo con el vano más corto, que es el que cruza la calle, y obtuve los siguientes resultados:

Tabla de estados vano 50m			
Condición	Tensión (kg/mm ²)	Tiro (kg)	Flecha (m)
Estado 1	8	280	0.625
Estado 2	7.3	255	0.691
Estado 3	6.3	222	0.727
Estado 4	1.66	58	0.511

Y la correspondiente tabla de tendido es:

Conductor Al 35mm ² 70m			
Temp. (°C)	Tensión (Kg/mm ²)	Tiro (Kg)	Flecha (m)
0	2.66	93.1	0.32
5	2.46	86.1	0.345
10	2.28	79.8	0.372
15	2.12	74.2	0.4
20	1.99	69.65	0.426
25	1.87	65.45	0.454
30	1.76	61.6	0.482
35	1.67	58.4	0.508
40	1.59	55.65	0.533
45	1.52	53.2	0.558

Altura de soportes

Mis compañeros de sector me informaron que EDEMSA utiliza, casi exclusivamente por cuestiones de arbolado, soportes de 11 metros de altura sobre el nivel del suelo. Por otro lado, por norma obtuve la altura mínima que debe existir entre la línea y la ruta. Sabiendo las alturas de ubicación de las crucetas y de aisladores, en función de la información que se me otorgó con anterioridad y con los valores de flecha máxima, procedí a verificar si la altura del soporte a utilizar, encontrando resultados satisfactorios.

$$h_{sm} := h_l + f_m + h_a = 8.677 \text{ m} \quad \text{Altura del poste respecto del suelo}$$

Resistencia de soportes

Ésta parte del cálculo fue la que más complicaciones me generó. Desde un primer momento noté que las fuerzas que estaba obteniendo referidas a las cimas de los postes eran excesivamente amplias. Esto me generó varias incertidumbres, sobre todo porque observé que los números no se condecían con la práctica, puesto que los valores estimados debían coincidir con las instalaciones de líneas de media tensión existente.

Para resolver esta problemática decidí, como primera medida, consultar apuntes y prácticos hechos en la facultad. En ellos encontré cálculos que no me convencieron en cuanto a su confiabilidad.

Luego, procedí a transmitir mi incertidumbre a mis compañeros de sector quienes coincidieron en que los valores obtenidos eran excesivos, pero tampoco pudieron ayudarme.

Por último, acudí a consultarle al ingeniero Atalla, ex docente de la facultad. Recurrí a él en primer lugar puesto que consideré que era la persona más idónea, en función de su capacidad y experiencia en el tema. Con su aporte, pude verificar la resistencia de los postes, los cuales se resumen en la siguiente tabla:

Tipo	Material	Cantidad	Designación
Suspensión	Madera	5	12/R150/3
Retención	Hormigón	1	12/R600/3
Terminal	Hormigón	2	12/R300/3

Finalmente, verifiqué las fundaciones por el método de Sulzberger:

$$M_v := F_{ts} \cdot \left(h_s + 2 \cdot \frac{t_m}{3} \right) = 2280 \text{ kgf} \cdot \text{m} \quad \text{Momento de vuelco}$$

$$M_e := M_1 + M_2 = 6746.971 \text{ kgf} \cdot \text{m} \quad \text{Momento estabilizante}$$

Y se debe cumplir que:

$$M_v \cdot 1.5 < M_e = 1 \quad \text{Verifica}$$

8.2 Supervisión de obras

En el transcurso de las prácticas tuve la posibilidad de acompañar al personal del sector a la supervisión de diferentes obras a cargo de las contratistas, lo que me permitió observar la forma de proceder en las labores llevadas a cabo por los empleados.

Si bien la mayoría de los trabajos fueron relativamente sencillos, me sirvieron para aprender de qué forma se realizan las tareas y sobre qué cosas hay que hacer mayor hincapié durante una inspección. También presté especial atención a la interacción entre los empleados de las contratistas y el inspector.

A continuación, describiré algunas de las obras más destacadas durante el transcurso de mis prácticas.

8.2.1 Reemplazo de transformador

Corte programado

Para uno de los proyectos realizados, fue necesario el cambio de un transformador por otro de mayor potencia, en la subestación de calle El Moro, en el distrito de Cuadro Benegas, en San Rafael. En dicha ocasión, tuve la oportunidad de acompañar al Ing. Luciano Ruiz en carácter de inspector.

En estos casos, el proyectista tiene la obligación de consignar la línea, lo que incluye la verificación del cumplimiento de las normas de Seguridad e Higiene, e inspeccionar que se cumplan los trabajos realizados por el personal de la contratista.

Programación de corte

Por intermedio del sistema de gestión de cortes, se solicitó un corte programado para interrumpir el servicio de energía eléctrica en el tramo de línea que corresponda.

Dicho sistema no es más que un formulario en el cual se van completando una serie de datos correspondientes, entre los que se destacan:

- Fecha, hora y lugar del corte programado.
- Tipo de trabajo a realizar.
- Tiempo de duración del corte.
- Nivel de prioridad

Esta información es enviada al Sector Comercial ubicado en la ciudad de Mendoza, quien autoriza o no, el corte programado. De esto dependerá la disponibilidad del personal, la coincidencia con otros cortes y la conveniencia del horario y la fecha seleccionada en función de la ubicación del corte.

Consignación de la línea

Por medio de comunicación telefónica, nos comunicamos con el Centro de Control de la empresa, para informar que se iban a realizar labores sobre la línea de baja tensión correspondiente.

Luego, procedimos a verificar el cumplimiento de las normas de Seguridad e Higiene por parte de los empleados de la contratista. Las mismas se conocen como “Las 5 reglas de oro”, que nombraré a continuación:

1. Corte visible de la instalación.
2. Bloqueo de los aparatos de corte o seccionamientos necesarios.
3. Verificación de ausencia de tensión.
4. Puesta a Tierra y en cortocircuito de puntos de la instalación que pudieran tener tensión como consecuencia de maniobra o falla del sistema.
5. Señalización y delimitación de la zona de trabajo.

Como primera medida, observamos si la vestimenta del personal era la apropiada para trabajos con riesgo mecánico y eléctrico. Visualizamos que los trabajadores utilizaban vestimenta adecuada, calzado conveniente, arneses para sujeción corporal para trabajos en altura y guantes y casco para protección de manos y cabeza; pero no poseían protección ocular. De todas maneras, se continuaron con las labores.

Los operarios comenzaron delimitando la zona de trabajo por medio de conos de color naranja. Con ellos rodearon tanto el sector de la subestación como el espacio de la calle ocupado por el camión grúa.

Luego, con previa autorización del ingeniero, procedieron a la apertura de seccionadores, primero los de lado de baja tensión y luego los de lado de media tensión. Para mayor seguridad, se retiraron los fusibles de media tensión.

Por intermedio de un sensor sonoro, se verificó que hubiera ausencia de tensión en los bornes del transformador.

Para este trabajo no resulto necesario la colocación de puestas a tierra.

Una vez tomadas todas estas precauciones, los operarios realizaron el cambio de transformador por otro de mayor potencia. Todos los movimientos y operaciones se realizaron con cuidado, tomando los tiempos necesarios, sobre todo en la manipulación de la grúa.

Finalizada las tareas, se procedió a realizar las operaciones antes hechas pero de manera inversa: se colocaron los fusibles de MT, se cerraron los seccionadores de MT y luego los de BT y, finalmente, se quitaron los conos delimitadores.

Hecho todo esto, el ingeniero Ruiz llamó al Centro de Control para avisar que se habían finalizado las obras sobre esa línea

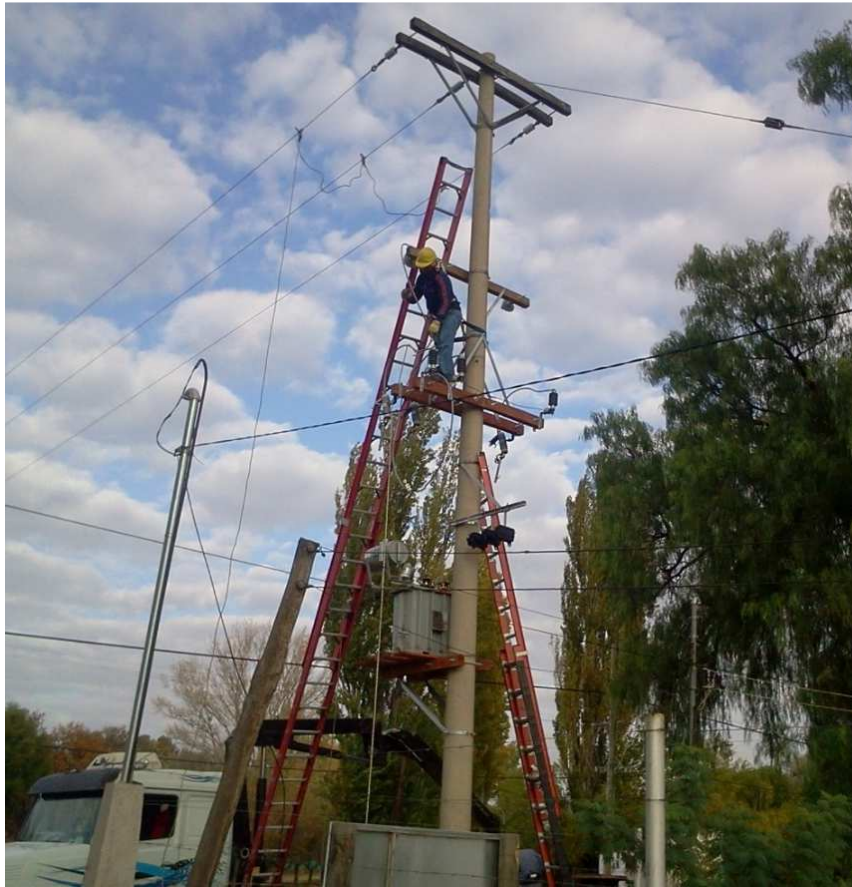
8.2.2 Armado de subestación transformadora

Pude presenciar el armado completo de una subestación transformadora en la Ruta 143, en el distrito de Las Paredes, junto al señor Daniel Cordero. Las actividades a realizar fueron idénticas a las ya nombradas en el reemplazo del transformador de calle El Moro.

En esta oportunidad quedó en evidencia las falencias con las que muchas veces trabaja el personal de las contratistas, principalmente por falta de capacitación.

También quedo de manifiesto la ausencia de un representante técnico que controlase las actividades de los empleados. Esto genera que el inspector, además de realizar su trabajo, también deba cumplir el rol de capataz, lo que muchas veces genera una situación incómoda para ambas partes.

A pesar de varios errores que se fueron cometiendo y de las demoras, considero que resultó muy útil visualizar los procedimientos y los materiales que se fueron utilizando, por lo cual la experiencia resultó muy positiva.



Operario trabajando en armado de subestación transformadora

8.2.3 Traslado de línea

En una ocasión tuve la posibilidad de acompañar al Jefe de Departamento, el señor Eduardo García, a supervisar el corrimiento de una línea de media tensión, puesto que la misma se encontraba dentro de loteos que se hicieron posteriores a su instalación.

Esta situación provocaba el inconveniente de ocupar un importante espacio de cada lote puesto que, además del lugar físico ocupado por cada poste, se debe considerar los 4 metros de la servidumbre de electroducto correspondiente a una línea aérea de media tensión. En consecuencia, cada propietario perdía una importantísima cantidad de terreno.

Durante la inspección notamos que los pozos que se habían hecho eran de una profundidad menor a la requerida. Verificamos con un metro y observamos que los mismos eran de 1.10 metros cuando por norma se establece que la profundidad de los mismos debe ser de 1.70 metros. Por este motivo se instó al personal de la contratista a que profundice cada pozo ya que, en caso contrario, los postes de madera se alabean con el tiempo.

Por otro lado, supervisamos que se hubiera colocado la pintura asfáltica en la base de cada soporte ya que permite una mayor durabilidad y resistencia a la abrasión del terreno.



Verificación de pintura asfáltica en el poste y de profundidad de pozos

8.2.4 Tendido de línea subterránea

Una obra importante que se fue gestionando en el transcurso de las PPS fue el proyecto de línea subterránea de media y baja tensión en el centro de la ciudad de San Rafael, en Avenida San Martín.

La misma tuvo mucha relevancia pues se dieron una serie de problemas con la contratista y hasta existieron condicionamientos políticos.

Junto al señor Gustavo Guerrero, tuve la oportunidad de inspeccionar el tendido de la línea de media tensión.

Al llegar al lugar en el día del montaje descubrimos que en la zanja correspondiente a la traza de la línea existía un tendido de fibra óptica que el representante técnico de la contratista jamás notificó.

Por este motivo se generó un conflicto entre la misma y el señor Guerrero puesto que en el plano de obra estaba especificado que en el espacio por donde se iba a colocar la línea subterránea, y dejando un espacio de medio metro hacia cada lado, no debía existir ningún servicio ajeno, ya sea telefonía, gas u otro. De este modo se evita que un operario de estas compañías pueda, accidentalmente, dañar la línea al realizar sus labores.

De todas maneras, como la fibra óptica se encontraba cubierta en un bloque de hormigón, se terminó resolviendo que se mantuviera la traza proyectada. Se supone que si alguna persona de la empresa de telefonía hace una excavación para

trabajar en el lugar se encontrará primero con el hormigón, que servirá como protección mecánica de la línea.

El señor Guerrero exigió a los operarios ensanchar la zanja en algunos sectores, principalmente en una zona donde existía un registro de la fibra óptica que obstruía la traza. Siempre se debe tratar que la línea tenga la menor cantidad de curvaturas posibles.

Luego se colocó y alisó la arena correspondiente y se procedió a realizar el tendido propiamente dicho. Para ello, se manipuló el conductor, de gran sección, con el cuidado correspondiente y se lo colocó con ayuda roldanas debido a su gran peso. Por último, se recubrió el conductor con arena y ladrillos (lo correcto hubiera sido adobones, que son de mayor tamaño) como protección.



Operarios realizando el tendido de línea de media tensión subterránea

8.2.5 Nuevos Suministros

Para el inicio y la finalización de cada carpeta, resulta necesario realizar en primer lugar, un relevamiento de la zona en donde se solicitó un nuevo suministro de energía eléctrica y, en segundo lugar, una inspección en la cual se debe verificar que los materiales utilizados por la contratista para realizar la obra sean los que indicaron.

Ésta fue una de las actividades más comunes que tuve que hacer dentro del sector, puesto que en este momento existe una gran demanda por parte de nuevos usuarios.

Observé que es clave tener conocimientos de las diferentes calles la ciudad, principalmente en las zonas distritales, debido a que el tiempo que se tarda en encontrarlas puede ser considerable. Esto tiene mucho valor en el Sector de

Guardia de la empresa, puesto que muchas veces deben responder con celeridad ante ciertos inconvenientes y reclamos.

La mayoría de las veces participé activamente en la toma de decisiones en cuestiones como la traza de la línea, selección de conductores, etc. También fui responsable del confeccionar los croquis y digitalizarlos.

Además, en las inspecciones de obra, fui adquiriendo conocimiento de los materiales utilizados, sobre todo en lo que respecta a la morsetería pues era en este ítem donde más desconocimiento tenía.

8.3 Colaboración en trabajos de oficina

En todo momento colaboré activamente con todos los trabajos realizados dentro de la oficina que estuvieran a mi alcance. Cabe aclarar que tuve algunas limitaciones por no contar con una computadora de la empresa, lo que resulta indispensable para el uso de los softwares internos.

Respecto al armado de carpetas, me encargué tanto de la confección y digitalización de los planos de obra como de las valorizaciones (presupuestos) de las mismas. Para lo último, fue de mucho valor la ayuda brindada por mis compañeros para determinar la morsetería utilizada en cada caso.

Además, me encargué de las emisiones de certificados de Prefactibilidad de Energía Eléctrica, labor que recae en el sector y que muchas veces resulta tediosa.

En algunas oportunidades serví de fuente de consulta para mis compañeros y en otras ocasiones me nutrí de información y conocimientos en base a sus experiencias y anécdotas.

9. Conclusiones

Considero que la realización de las Practicas Profesionales Supervisadas ha tenido un valor importantísimo en mi formación académica ya que esta experiencia me ha enriquecido en gran manera, tanto en lo profesional como en lo personal.

Hasta el momento de realizar las PPS, mi experiencia laboral estaba relacionada con la docencia por lo que desconocía cómo es el ambiente dentro de una empresa y de qué manera se desarrollan las relaciones interpersonales dentro de la misma.

El hecho de salir a buscar un lugar en el mercado laboral y ser entrevistado representó mi primer acercamiento y me sirvió para superar cierto nerviosismo fruto de la inexperiencia.

Por otro lado, pude cumplir con lo que para mí era mi principal objetivo: adquirir experiencia en relaciones interpersonales dentro del ambiente de trabajo. Resultó de gran ayuda la buena predisposición y gentileza que demostró todo el

personal hacia mi persona desde un primer momento, tanto los compañeros del sector como los ajenos al mismo. Desde un primer momento hicieron que me sintiera cómodo lo que permitió que me desarrollara de la mejor manera.

Además, descubrí la gran importancia de una buena comunicación en una organización, ya sea entre personal del mismo sector o de otros sectores de la empresa, puesto que permite resolver problemas cotidianos de distinta índole de manera simplificada.

En cuanto a lo estrictamente técnico, fui aprendiendo progresivamente a desarrollar las actividades del sector que desconocía y apliqué de buena manera los conocimientos adquiridos en la facultad. Con el transcurso de los días fui ganando en confianza y pude superar algunos temores respecto a mis capacidades, lo cual fue muy satisfactorio.

Visualicé que muchas veces no se elige la solución técnica más conveniente pues se intenta evitar otras clases de problemas. Para citar un ejemplo, en varias ocasiones resulta conveniente desechar material usado, pero que todavía es útil, antes que devolverlo al almacén. Esto último requiere de un procedimiento largo y tedioso debido a que la empresa obliga al proyectista a demostrar que el material fue devuelto y quién, en caso de algún inconveniente, pone en peligro su puesto de trabajo. Por lo tanto se genera una situación contraproducente ya que los empleados prefieren no arriesgar su empleo y la empresa termina descartando material útil, viéndose reflejado en pérdida de dinero para la misma.

Observé que los problemas que se suceden diariamente dentro del sector son, en su gran mayoría, con los empleados de las contratistas. Resulta de vital importancia tener una buena relación con el personal de las mismas. Es clave tener una comunicación fluida con ellos porque son las personas que ejecutan las obras proyectadas y muchas veces su buen desempeño está ligado al trato mutuo existente. Pero a su vez es importante ser exigentes con ellos y tener cuidado en las inspecciones para que eviten adquirir ciertos vicios que luego pueden traer inconvenientes, siendo los más comunes la falta de profundidad en los pozos y de pintura asfáltica en la base de los postes.

Tuve la oportunidad de supervisar diferentes obras, ya sean tendido o corrimiento de líneas, reemplazo de transformadores, instalación de postes, etc. Allí pude ver cómo se desarrollan las actividades y qué errores se suelen cometer. También me permitió familiarizarme con los diferentes materiales utilizados. Además, pude inspeccionar el cumplimiento de las normas de seguridad e higiene en todas las labores hechas.

Por todo lo comentado, concluyo que mi paso por EDEMSA satisfizo mis expectativas, principalmente porque me ha permitido vivir situaciones reales que solo se pueden experimentar dentro del ámbito laboral y no en la facultad.

ANEXO: Memoria de cálculo LMT

MEMORIA DE CALCULO - Prolongacion linea de media tension 13,2KV

Datos

Linea aerea trifásica

$$s_{\text{cond}} := 35\text{mm}^2 \quad \text{Seccion de conductores}$$

Material: Aluminio

$$U := 13200\text{V} \quad \text{Tensión}$$

$$P := 180000\text{W} \quad \text{Potencia de proyeccion}$$

$$\phi := 36.87\text{deg}$$

$$a := 70\text{m} \quad \text{Vano medio}$$

$$q := 95 \frac{\text{kgf}}{\text{km}} \quad \text{Peso del conductor por metro}$$

$$Q := q \cdot a = 6.65 \cdot \text{kgf} \quad \text{Peso aproximado entre vano del conductor}$$

$$S1 := 35\text{mm}^2 \quad \text{Sección del conductor adoptado}$$

$$d := \sqrt{4 \frac{S1}{\pi}} = 6.676 \cdot \text{mm} \quad \text{Diámetro del conductor}$$

$$\sigma := 8 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} = 8 \times 10^6 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{kgf} \quad \text{Tensión admisible del conductor}$$

$$p := \frac{q}{S1} = 2.714 \times 10^3 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3} \quad \text{Peso específico del conductor}$$

$$f_{\text{min}} := p \cdot \frac{a^2}{(8 \cdot \sigma)} = 0.208 \text{m} \quad \text{Flecha debida al peso propio del conductor}$$

Caida de tensión

$$L_1 := 700\text{m}$$

$$I := \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot 0.85} = 9.262 \text{A}$$

$$R_1 := 0.952 \frac{\text{ohm}}{\text{km}}$$

$$f := 50$$

$$RMG := 0.389d = 2.597 \cdot \text{mm}$$

$$DMG := \sqrt{1.1 \cdot 1.1 \cdot 2.2} \cdot \text{m} = 1.632 \text{ m}$$

$$X := \left(0.00289 \cdot f \cdot \log\left(\frac{DMG}{RMG}\right) \right) \frac{\text{ohm}}{\text{km}} = 0.404 \cdot \frac{\text{ohm}}{\text{km}}$$

$$\Delta U := \sqrt{3} \cdot I \cdot L_1 \cdot (R_1 \cdot \cos(\phi) + X \cdot \sin(\phi)) = 11.277 \cdot \text{V}$$

$$L_2 := 6000 \text{ m} \quad d_2 := \sqrt{4.95 \frac{\text{mm}^2}{\pi}} = 0.011 \text{ m}$$

$$I_2 := 90 \text{ A}$$

$$R_2 := 0.3 \frac{\text{ohm}}{\text{km}}$$

$$RMG_2 := 0.389d_2 = 4.278 \cdot \text{mm}$$

$$DMG_2 := \sqrt{1.1 \cdot 1.1 \cdot 2.2} \cdot \text{m} = 1.632 \text{ m}$$

$$X_2 := \left(0.00289 \cdot f \cdot \log\left(\frac{DMG_2}{RMG_2}\right) \right) \frac{\text{ohm}}{\text{km}} = 0.373 \cdot \frac{\text{ohm}}{\text{km}}$$

$$\Delta U_2 := \sqrt{3} \cdot I_2 \cdot L_2 \cdot (R_2 \cdot \cos(\phi) + X_2 \cdot \sin(\phi)) = 433.798 \cdot \text{V}$$

$$\Delta U_{\text{total}} := \Delta U + \Delta U_2 = 445.075 \text{ V} \quad \text{Verifica}$$

Cálculos de flechas segun reglamentacion actual para distintas condiciones climáticas

Estado 1:

$$t_1 := 253 \text{ K} \quad \text{Temperatura de cálculo}$$

$$v_1 := 0 \frac{\text{km}}{\text{hr}} \quad \text{Velocidad del viento}$$

Estado 2:

$$t_2 := 268 \text{ K}$$

$$v_2 := 50 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$$

Estado 3:

$$t3 := 283K$$

$$v3 := 130 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$$

Estado 4:

$$t4 := 318K$$

$$v4 := 0 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$$

Cálculo del peso del hielo

$$h1s := 0.18 \frac{\text{kgf}}{\text{m}} \sqrt{\frac{\text{d}}{\text{mm}}} = 0.465 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kgf}$$

$$ph1 := h1s = 0.465 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kgf}$$

Peso del hielo a lo largo del vano
en el conductor

Empuje del viento

$$qvc2 := 0.0045 \cdot \frac{\text{d}}{\text{m}} \cdot \left(v2 \cdot \frac{\text{hr}}{\text{km}} \right)^2 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{m}} = 0.075 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kgf}$$
 Carga distribuida en el conductor debida al viento para Vel2

$$qvc3 := 0.0045 \cdot \frac{\text{d}}{\text{m}} \cdot \left(v3 \cdot \frac{\text{hr}}{\text{km}} \right)^2 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{m}} = 0.508 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kgf}$$
 Carga distribuida en el conductor debida al viento para Vel3

Cargas resultantes para distintos estados

$$pprop := q = 0.095 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kgf}$$

Peso propio mas peso de hielo

$$pph := pprop + ph1 = 0.56 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kgf}$$

Peso propio mas carga de viento. Planos perpendiculares

$$Qpv2 := \sqrt{pph^2 + qvc2^2} = 0.565 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kgf}$$

$$Qpv3 := \sqrt{pprop^2 + qvc3^2} = 0.516 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kgf}$$

por tanto, los pesos totales según cada estado serán:

$$\text{pest1} := \text{pph} = 0.56 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kgf}$$

$$\text{pest2} := \text{Qpv2} = 0.565 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kgf}$$

$$\text{pest3} := \text{Qpv3} = 0.516 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kgf}$$

$$\text{pest4} := \text{pprop} = 0.095 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kgf}$$

$$\text{pest1}_t := \text{pest1} \cdot 3 = 1.68 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kgf}$$

$$\text{pest2}_t := \text{pest2} \cdot 3 = 1.695 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kgf}$$

$$\text{pest3}_t := \text{pest3} \cdot 3 = 1.549 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kgf}$$

$$\text{pest4}_t := \text{pest4} \cdot 3 = 0.285 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kgf}$$

Cargas específicas para vano 70m

$$\text{pep1} := \frac{\text{pest1}}{S1} = 0.016 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{m} \cdot \text{mm}^2}$$

$$\text{pep2} := \frac{\text{pest2}}{S1} = 0.01615 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{m} \cdot \text{mm}^2}$$

$$\text{pep3} := \frac{\text{pest3}}{S1} = 0.01476 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{m} \cdot \text{mm}^2}$$

$$\text{pep4} := \frac{\text{pest4}}{S1} = 0.00271 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{m} \cdot \text{mm}^2}$$

Vano Crítico

$$\alpha := 2.4 \cdot \frac{10^{-5}}{\text{K}} \quad \text{coeficiente de dilatación lineal}$$

Compararemos primero el estado 1 con el 2

$$l_{\text{crit1}} := \sigma \cdot \sqrt{24 \frac{\alpha \cdot (t1 - t2)}{\text{pep1}^2 - \text{pep2}^2}} = 346.556 \text{ m}$$

Vano Critico

Comparación entre estado 1 con el 3

$$l_{crit2} := \sigma \cdot \sqrt{24 \frac{\alpha \cdot (t1 - t3)}{p_{esp1}^2 - p_{esp3}^2}} = 169.932i \text{ m}$$

ahora el 1 con el 4

$$l_{crit3} := \sigma \cdot \sqrt{24 \frac{\alpha \cdot (t1 - t4)}{p_{esp1}^2 - p_{esp4}^2}} = 98.158i \text{ m}$$

Comparación del estado 2 con el 3

$$l_{crit4} := \sigma \cdot \sqrt{24 \frac{\alpha \cdot (t2 - t3)}{p_{esp2}^2 - p_{esp3}^2}} = 113.529i \text{ m}$$

Comparación del estado 3 con el 4

$$l_{crit5} := \sigma \cdot \sqrt{24 \frac{\alpha \cdot (t3 - t4)}{p_{esp3}^2 - p_{esp4}^2}} = 78.31i \text{ m}$$

Comparación del estado 2 con el 4

$$l_{crit6} := \sigma \cdot \sqrt{24 \frac{\alpha \cdot (t2 - t4)}{p_{esp2}^2 - p_{esp4}^2}} = 85.304i \text{ m}$$

Estado 1 con estado 2

Podemos observar que el vano crítico es superior al vano que presenta el tendido de la línea, por lo tanto, el estado de menor temperatura es el más desfavorable y será el determinante de la tensión máxima.

Condiciones de Referencia

$$t1 = 253 \text{ K} \quad \text{pesp1} = 0.016 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{m} \cdot \text{mm}^2}$$

$$V_1 := 70 \text{ m}$$

Tabla de Estados para tramo de 70 metros

$$e1 := 166 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mm}^2}{\text{kgf}} \quad \frac{1}{E} = e1$$

$$\alpha_x := 1.4 \cdot 10^{-5}$$

$$e1_x := e1 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} = 1.66 \times 10^{-4}$$

$$\alpha = 0.000024 \frac{1}{\text{K}}$$

$$t1_{x1} := \frac{t1}{\text{K}} = 253$$

$$\sigma_{1,x} := \sigma \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{kgf}} = 8$$

Tabla de estados para vano de regulacion 1

$$l_{\text{vano1}} := \frac{V_1}{\text{m}} \cdot 1000 = 70000$$

$$p1_{x1} := \text{pesp1} \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{kgf}} = 0.000016$$

$$T_{e1} := \sigma \cdot S1 = 280 \cdot \text{kgf}$$

$$f1_{e1} := \frac{\text{pesp1} \cdot (l_{\text{vano1}} \cdot \text{mm})^2}{8 \cdot \sigma} = 1.225 \cdot \text{m}$$

Estado 2

$$t2_{xe1} := \frac{t2}{\text{K}} = 268$$

$$p2_{x1} := \text{pesp2} \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{kgf}} = 0.0000161$$

$$t_{1x1} = t_{2xe1} + \left(\frac{l_{vano1}^2}{24 \cdot \alpha_x} \right) \cdot \left[\left(\frac{p_{1x1}}{\sigma_{1,x}} \right)^2 - \left(\frac{p_{2x1}}{\sigma_2} \right)^2 \right] - \frac{(\sigma_{1,x} - \sigma_2)}{e_{1,x}^{-1} \cdot \alpha_x} \text{ resolver, } \sigma_2 \rightarrow \begin{pmatrix} 7.50 \\ -2.845672457966 \\ -2.845672457966 \end{pmatrix}$$

$$\sigma_{2xe1} := 7.5 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} = 7.5 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{le2} := \frac{\text{pesp2} \cdot (l_{vano1} \cdot \text{mm})^2}{8 \cdot \sigma_{2xe1}} = 1.319 \cdot \text{m}$$

$$T_{e2} := \sigma_{2xe1} \cdot S1 = 262.5 \cdot \text{kgf}$$

Estado 3

$$t_{2xe3} := \frac{t_3}{K} = 283$$

$$p_{2x3} := \text{pesp3} \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{kgf}} = 1.476 \times 10^{-5}$$

$$t_{1x1} = t_{2xe3} + \left(\frac{l_{vano1}^2}{24 \cdot \alpha_x} \right) \cdot \left[\left(\frac{p_{1x1}}{\sigma_{1,x}} \right)^2 - \left(\frac{p_{2x3}}{\sigma_2} \right)^2 \right] - \frac{(\sigma_{1,x} - \sigma_2)}{e_{1,x}^{-1} \cdot \alpha_x} \text{ resolver, } \sigma_2 \rightarrow \begin{pmatrix} 6.6 \\ -3.042632515384 \\ -3.042632515384 \end{pmatrix}$$

$$\sigma_{2xe3} := 6.6 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} = 6.6 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{le3} := \frac{\text{pesp3} \cdot (l_{vano1} \cdot \text{mm})^2}{8 \cdot \sigma_{2xe3}} = 1.369 \cdot \text{m}$$

$$T_{e3} := \sigma_{2xe3} \cdot S1 = 231 \cdot \text{kgf}$$

Estado 4

$$t_{xe4}^2 := \frac{t^4}{K} = 318$$

$$p_{x4}^2 := \text{pesp4} \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{kgf}} = 2.714 \times 10^{-6}$$

$$t_{x1} = t_{xe4} + \left(\frac{l_{vano1}^2}{24 \cdot \alpha_x} \right) \cdot \left[\left(\frac{p_{x1}^2}{\sigma_{1,x}} \right)^2 - \left(\frac{p_{x4}^2}{\sigma_2} \right)^2 \right] - \frac{(\sigma_{1,x} - \sigma_2)}{e_{1,x}^{-1} \cdot \alpha_x} \text{ resolver, } \sigma_2 \rightarrow \begin{pmatrix} 1.51 \\ -1.961335193956 \\ -1.961335193956 \end{pmatrix}$$

$$\sigma_{xe4}^2 := 1.52 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} = 1.52 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{e4} := \frac{\text{pesp4} \cdot (l_{vano1} \cdot \text{mm})^2}{8 \cdot \sigma_{xe4}^2} = 1.094 \cdot \text{m}$$

$$T_{e4} := \sigma_{xe4}^2 \cdot S1 = 53.2 \cdot \text{kgf}$$

Tabla de Tendido

$$e1 = 1.66 \times 10^{-4} \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{kgf}} \quad \frac{1}{E} = e1 \quad \alpha_x = 1.4 \times 10^{-5}$$

$$e_{1,x} = 1.66 \times 10^{-4}$$

$$t_{x1t} := -20$$

$$\sigma_{1,x} = 8$$

Tabla de tendido para vano de 70m

$$l_{vano1t} := \frac{V_1}{m} \cdot 1000 = 70000$$

$$p_{x1t}^2 := \text{pesp1} \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{kgf}} = 1.6 \times 10^{-5}$$

$$p_{x4t}^2 := \text{pesp4} \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{kgf}} = 2.714 \times 10^{-6}$$

$$t_{x1t}^2 := 0$$

$$t_{1x1t} = t_{2x1t} + \left(\frac{l_{vano1t}^2}{24 \cdot \alpha_x} \right) \cdot \left[\left(\frac{p_{1x1t}}{\sigma_{1.x}} \right)^2 - \left(\frac{p_{2x1t}}{\sigma_2} \right)^2 \right] - \frac{(\sigma_{1.x} - \sigma_2)}{e^{1_x - 1} \cdot \alpha_x} \text{ resolver, } \sigma_2 \rightarrow \begin{pmatrix} -0.6371336208 \\ -0.6371336208 \end{pmatrix}$$

$$\sigma_{2x1t} := 2.82 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} = 2.82 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{l1t} := \frac{\text{pesp4} \cdot (l_{vano1t} \cdot \text{mm})^2}{8 \cdot \sigma_{2x1t}} = 0.59 \text{ m}$$

$$T_{1t} := \sigma_{2x1t} \cdot S_1 = 98.7 \cdot \text{kgf}$$

Se realiza el mismo calculo, para los demas vanos de regulacion a las distintas temperaturas especificadas quedando formada la tabla de tendido de los conductores.

Conductor Al 35mm2			
Temp. (°C)	Tension (Kg)	Tiro (Kg)	Flecha (m)
0	2.82	98.7	0.59
5	2.64	92.4	0.63
10	2.47	86.45	0.67
15	2.32	81.44	0.71
20	2.19	76.65	0.75
25	2.07	72.45	0.80
30	1.96	68.6	0.84
35	1.86	65.1	0.89
40	1.78	62.3	0.93
45	1.70	59.5	0.97

Tabla de estado para tramo de 50 metros

Estado 1

$$l_{vano2} := \frac{50\text{m}}{\text{m}} \cdot 1000 = 50000$$

$$p_{1x11} := \text{pesp1} \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{kgf}} = 0.000016$$

$$T_{e11} := \sigma \cdot S1 = 280 \cdot \text{kgf}$$

$$f_{l_{e11}} := \frac{\text{pesp1} \cdot (l_{\text{vano2}} \cdot \text{mm})^2}{8 \cdot \sigma} = 0.625 \cdot \text{m}$$

Estado 2

$$t_{l_{x1}} = t_{2_{xe1}} + \left(\frac{l_{\text{vano2}}^2}{24 \cdot \alpha_x} \right) \cdot \left[\left(\frac{p_{1_{x1}}}{\sigma_{1,x}} \right)^2 - \left(\frac{p_{2_{x1}}}{\sigma_2} \right)^2 \right] - \frac{(\sigma_{1,x} - \sigma_2)}{e_{1_x}^{-1} \cdot \alpha_x} \text{ resolver, } \sigma_2 \rightarrow \begin{pmatrix} 7.2 \\ -1.5361570892436 \\ -1.5361570892436 \end{pmatrix}$$

$$\sigma_{2_{xe12}} := 7.3 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} = 7.3 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{l_{e22}} := \frac{\text{pesp2} \cdot (l_{\text{vano2}} \cdot \text{mm})^2}{8 \cdot \sigma_{2_{xe12}}} = 0.691 \cdot \text{m}$$

$$T_{e22} := \sigma_{2_{xe12}} \cdot S1 = 255.5 \cdot \text{kgf}$$

Repitiendo calculos se obtiene:

Tabla de estados vano 50m			
Condición	Tensión (kg/mm2)	Tiro (kg)	Flecha (m)
Estado 1	8	280	0.625
Estado 2	7.3	255	0.691
Estado 3	6.3	222	0.727
Estado 4	1.66	58	0.511

Tabla de tendido para vano de 50m

$$l_{\text{vano2t}} := \frac{50\text{m}}{\text{m}} \cdot 1000 = 50000$$

$$p_{1_{x1t}} := \text{pesp1} \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{kgf}} = 1.6 \times 10^{-5}$$

$$t_{2_{x1t}} := 0$$

$$t_{l_{x1t}} = t_{2_{x1t}} + \left(\frac{l_{\text{vano1t}}^2}{24 \cdot \alpha_x} \right) \cdot \left[\left(\frac{p_{1_{x1}}}{\sigma_{1,x}} \right)^2 - \left(\frac{p_{2_{x4}}}{\sigma_2} \right)^2 \right] - \frac{(\sigma_{1,x} - \sigma_2)}{e_{1_x}^{-1} \cdot \alpha_x} \text{ resolver, } \sigma_2 \rightarrow \begin{pmatrix} 2.0 \\ -0.637133620866 \\ -0.637133620866 \end{pmatrix}$$

$$\sigma_{2_{x1t2}} := 2.66 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} = 2.66 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{l_{t2}} := \frac{p_{esp4} \cdot (l_{vano2t} \cdot mm)^2}{8 \cdot \sigma_{x1t2}} = 0.319 \text{ m}$$

$$T_{l_{t2}} := \sigma_{x1t2} \cdot S_1 = 93.1 \cdot \text{kgf}$$

Se realiza el mismo calculo, para los demas vanos de regulacion a las distintas temperaturas especificadas quedando formada la tabla de tendido de los conductores.

Conductor Al 35mm ² 70m			
Temp. (°C)	Tension (Kg)	Tiro (Kg)	Flecha (m)
0	2.66	93.1	0.32
5	2.46	86.1	0.345
10	2.28	79.8	0.372
15	2.12	74.2	0.4
20	1.99	69.65	0.426
25	1.87	65.45	0.454
30	1.76	61.6	0.482
35	1.67	58.4	0.508
40	1.59	55.65	0.533
45	1.52	53.2	0.558

Calculo de las estructuras

Altura minima de los soportes

Los soportes serán de H°A°.

$$f_m := f_{e4} \quad \text{Flecha maxima}$$

$$h_l := 7.5 \text{ m} \quad \text{Altura minima del conductor (por norma)}$$

$$h_a := -0.2 \text{ m} \quad \text{Altura del aislador}$$

$$h_{sm} := h_l + f_m + h_a = 8.394 \text{ m} \quad \text{Altura del poste respecto del suelo}$$

$$h_{em} := \frac{h_{sm}}{10} = 0.839 \text{ m}$$

$$H_{pm} := h_{em} + h_{sm} = 9.233 \text{ m}$$

Características del poste normalizado de hormigón

$$H_p := 12 \text{ m} \quad \text{Altura total del poste}$$

$$h_e := 1.8 \text{ m} \quad \text{Profundidad enterrada}$$

$$h_s := H_p - h_e = 10.2 \text{ m} \quad \text{Altura sobre el terreno}$$

$$T_{RS} := 1800\text{kgf} \cdot 3 = 5.4 \times 10^3 \cdot \text{kgf} \quad \text{Carga de rotura en la cima del poste con coeficiente de seguridad 3}$$

$$T_{as} := 1800\text{kgf} \quad \text{Carga admisible en la cima.}$$

$$d1_s := 24\text{cm} \quad \text{Diametro en la cima del poste}$$

$$d2_s := d1_s + H_p \cdot 15 \frac{\text{mm}}{\text{m}} = 42 \cdot \text{cm} \quad \text{Diametro en la base del poste}$$

$$d_{sp} := d1_s + h_s \cdot 15 \frac{\text{mm}}{\text{m}} = 39.3 \cdot \text{cm} \quad \text{Diametro del poste al nivel del terreno}$$

Resistencia a los esfuerzos del soporte

Tiro de conductores

$$F_c := \sigma \cdot S1 = 280 \cdot \text{kgf}$$

Cargas perpendiculares debidas al viento para Estado III

Fuerza del viento sobre conductores

$$V_v := 120 \frac{\text{km}}{\text{hr}} \quad \text{Velocidad del viento}$$

$$d = 6.676 \cdot \text{mm} \quad \text{Diámetro del conductor}$$

$$a = 70 \text{ m} \quad \text{Vano de regulación máximo}$$

$$V_v = 120 \cdot \frac{\text{km}}{\text{hr}} \quad \text{Velocidad del viento}$$

$$n := 3 \quad \text{Numero de conductores}$$

$$F_{vc} := 0.0045 \cdot \frac{d}{\text{m}} \cdot \left(V_v \cdot \frac{\text{hr}}{\text{km}} \right)^2 \cdot a \cdot n \cdot 0.64 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{m}} = 58.138 \cdot \text{kgf} \quad \text{Fuerza del viento sobre conductores}$$

$$F_{vcc} := \frac{F_{vc} \cdot (h_s - h_a)}{h_s} = 59.278 \cdot \text{kgf} \quad \text{Fuerza del viento sobre conductores referida a la cima del poste}$$

Fuerza del viento sobre los postes de hormigón

$$P_{vs} := 0.0045 \text{kgf} \cdot \left[\frac{\left(\frac{d1_s}{\text{m}} + \frac{d_{sp}}{\text{m}} \right)}{2} \right] \cdot \frac{h_s}{\text{m}} \cdot \left(\frac{V_v}{\frac{\text{km}}{\text{hr}}} \right)^2 = 209.194 \cdot \text{kgf} \quad \text{Presion del viento en el centro de gravedad del poste}$$

$$F_{vs} := P_{vs} \cdot \frac{(2 \cdot d1_s + d_{sp})}{3 \cdot (d1_s + d_{sp})} = 96.17 \cdot \text{kgf} \quad \text{Fuerza del viento sobre el poste referida a la cima del mismo}$$

Fuerza del viento sobre los postes de madera

$$P_{eu} := 100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad \text{Presión del viento sobre el poste a 120km/hr}$$

$$Q_{eu} := 0.22\text{m} \cdot 10.2\text{m} = 2.244\text{m}^2 \quad \text{Área del poste expuesta al viento}$$

$$K_{eu} := 0.7 \quad \text{Coef. de forma (0.7 para sup. cilíndrica)}$$

$$P_{vseu} := P_{eu} \cdot Q_{eu} \cdot K_{eu} = 157.08 \cdot \text{kgf} \quad \text{Fuerza del viento sobre el centro de gravedad del poste}$$

$$F_{vseu} := \frac{P_{vseu}}{2} = 78.54 \cdot \text{kgf} \quad \text{Fuerza del viento sobre el poste referida a la cima del mismo}$$

Fuerza del viento longitudinal sobre brazos o crucetas

$$S_b := 0.530\text{m} \cdot 0.1\text{m} = 0.053\text{m}^2 \quad \text{Superficie de cruceta}$$

$$F_{vb} := 0.007\text{kgf} \cdot \left(\frac{V_v}{\frac{\text{km}}{\text{hr}}} \right)^2 \cdot \frac{S_b}{\text{m}^2} = 5.342 \cdot \text{kgf}$$

Fuerza del viento transversal sobre brazos o crucetas

$$S_{bt} := 2\text{m} \cdot 0.2\text{m} = 0.4\text{m}^2 \quad \text{Superficie de cruceta}$$

$$F_{vbt} := 0.007\text{kgf} \cdot \left(\frac{V_v}{\frac{\text{km}}{\text{hr}}} \right)^2 \cdot \frac{S_{bt}}{\text{m}^2} = 40.32 \cdot \text{kgf}$$

Fuerza de viento sobre aisladores

$$d_{ais} := 140\text{mm} \quad \text{Diámetro de aislador}$$

$$l_{ais} := 133\text{mm} \quad \text{Longitud de aislador}$$

$$F_{va} := 6 \cdot 0.0045 \cdot 0.8\text{kgf} \cdot \frac{d_{ais}}{\text{m}} \cdot \frac{l_{ais}}{\text{m}} \cdot \left(\frac{V_v}{\frac{\text{km}}{\text{hr}}} \right)^2 = 5.792 \cdot \text{kgf} \quad \text{Fuerza del viento sobre aisladores}$$

Fuerza total del viento longitudinal en soporte de hormigón

$$F_{vt} := F_{vcc} + F_{vs} + F_{vb} + F_{va} = 166.582 \cdot \text{kgf}$$

Fuerza total del viento transversal en soporte de hormigón

$$F_{vtt} := F_{vs} + F_{vbt} + F_{va} = 142.281 \cdot \text{kgf}$$

Fuerza total del viento longitudinal en soporte de madera

$$F_{vte} := F_{vcc} + F_{vseu} + F_{vb} + F_{va} = 148.952 \cdot \text{kgf}$$

Fuerza total del viento transversal en soporte de madera

$$F_{vtte} := F_{vseu} + F_{vbt} + F_{va} = 124.652 \cdot \text{kgf}$$

Cargas perpediculares debidas al viento para Estado II

Fuerza del viento sobre conductores

$$V_{v2} := 50 \frac{\text{km}}{\text{hr}} \quad \text{Velocidad del viento}$$

$$F_{vc2} := 0.0045 \cdot \frac{d}{m} \cdot \left(V_{v2} \cdot \frac{\text{hr}}{\text{km}} \right)^2 \cdot a \cdot n \cdot \frac{\text{kgf}}{m} = 15.771 \cdot \text{kgf} \quad \text{Fuerza del viento sobre conductores}$$

$$F_{vcc2} := \frac{F_{vc2} \cdot (h_s - h_a)}{h_s} = 16.08 \cdot \text{kgf} \quad \text{Fuerza del viento sobre el hilo de guardia referida a la cima del poste}$$

Fuerza del viento sobre los postes de hormigón

$$P_{vs2} := 0.0045 \text{kgf} \cdot \left[\frac{\left(\frac{d1_s}{m} + \frac{d_{sp}}{m} \right)}{2} \right] \cdot \frac{h_s}{m} \cdot \left(\frac{V_{v2}}{\frac{\text{km}}{\text{hr}}} \right)^2 = 36.318 \cdot \text{kgf} \quad \text{Presion del viento en el centro de gravedad del poste}$$

$$F_{vs2} := P_{vs} \cdot \frac{(2 \cdot d1_s + d_{sp})}{3 \cdot (d1_s + d_{sp})} = 96.17 \cdot \text{kgf} \quad \text{Fuerza del viento sobre el poste referida a la cima del mismo}$$

Fuerza del viento sobre los postes de madera

$$P_{eu2} := 17.5 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad \text{Presión del viento sobre el poste a 50km/hr}$$

$$P_{vseu2} := P_{eu2} \cdot Q_{eu} \cdot K_{eu} = 27.489 \cdot \text{kgf} \quad \text{Fuerza del viento sobre el centro de gravedad del poste}$$

$$F_{vseu2} := \frac{P_{vseu2}}{2} = 13.744 \cdot \text{kgf} \quad \text{Fuerza del viento sobre el poste referida a la cima del mismo}$$

Fuerza del viento longitudinal sobre brazos o crucetas

$$F_{vb2} := 0.007 \text{kgf} \cdot \left(\frac{V_{v2}}{\frac{\text{km}}{\text{hr}}} \right)^2 \cdot \frac{S_b}{\text{m}^2} = 0.928 \cdot \text{kgf}$$

Fuerza del viento transversal sobre brazos o crucetas

$$F_{vbt2} := 0.007 \text{kgf} \cdot \left(\frac{V_{v2}}{\frac{\text{km}}{\text{hr}}} \right)^2 \cdot \frac{S_{bt}}{\text{m}^2} = 7 \cdot \text{kgf}$$

Fuerza de viento sobre aisladores

$$F_{va2} := 6 \cdot 0.0045 \text{kgf} \cdot \frac{d_{ais}}{\text{m}} \cdot \frac{l_{ais}}{\text{m}} \cdot \left(\frac{V_{v2}}{\frac{\text{km}}{\text{hr}}} \right)^2 = 1.257 \cdot \text{kgf} \quad \text{Fuerza del viento sobre aisladores}$$

Fuerza total del viento

Fuerza total del viento longitudinal en soporte de hormigón

$$F_{vt2} := F_{vcc} + F_{vs2} + F_{vb} + F_{va} = 166.582 \cdot \text{kgf}$$

Fuerza total del viento transversal en soporte de hormigón

$$F_{vtt2} := F_{vs2} + F_{vbt} + F_{va} = 142.281 \cdot \text{kgf}$$

Fuerza total del viento longitudinal en soporte de madera

$$F_{vte2} := F_{vcc} + F_{vseu2} + F_{vb} + F_{va} = 84.157 \cdot \text{kgf}$$

Fuerza total del viento transversal en soporte de madera

$$F_{vtte2} := F_{vseu2} + F_{vbt} + F_{va} = 59.856 \cdot \text{kgf}$$

Cargas permanentes (pesos propios)

$$P_c := q \cdot a \cdot 3 = 19.95 \cdot \text{kgf} \quad \text{Pesos de los conductores}$$

$$P_a := 5 \text{kgf} \quad \text{Pesos de cada aislador}$$

$$P_{ruc} := 25 \text{kgf} \quad \text{Peso cruceta} \quad c_1 := 1.902 \text{m}$$

$$P_{total} := P_c + 6P_a + P_{ruc} = 74.95 \cdot \text{kgf} \quad c_2 := 0.22 \text{m} \quad \text{Distancia del conductor dos respecto del centro del poste}$$

Como se observa en el plano del proyecto, el tendido esta compuesto por soportes de retencion, de suspension y terminal.

Se procede, entonces, a la verificacion de los mismos segun Norma VDE 0210/85

Retención angular

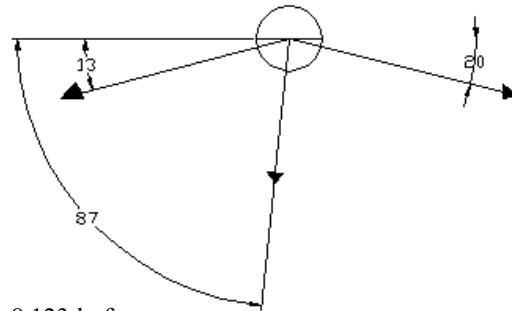
Hipótesis normal 1 a

Peso propio y cargas permanentes.

Carga del viento máximo oblicuo a la dirección de la línea sobre el soporte, los elementos de cabecera y sobre la semilongitud de los conductores de ambos vanos adyacentes.

Fuerzas resultantes de las tracciones de los conductores para viento máximo.

$$T_{e32} := 220 \text{kgf}$$



$$F_{\text{rax}} := 3 \cdot (T_{e3} \cdot \cos(20 \text{deg}) - T_{e32} \cdot \cos(13 \text{deg})) = 8.123 \cdot \text{kgf}$$

$$F_{\text{ray}} := 3 \cdot (T_{e3} \cdot \sin(20 \text{deg}) + T_{e32} \cdot \sin(13 \text{deg})) + F_{\text{vt}} = 552.07 \cdot \text{kgf}$$

$$F_{\text{ratot1}} := \sqrt{F_{\text{rax}}^2 + F_{\text{ray}}^2} = 552.129 \cdot \text{kgf}$$

Hipotesis excepcionales

Hipótesis excepcional 1a

Peso propio y cargas permanentes.

Carga del viento máximo oblicuo a la dirección de la línea sobre el soporte, los elementos de cabecera y sobre la semilongitud de los conductores de ambos vanos adyacentes.

100% del tiro máximo de un conductor

$$F_{\text{raxe}} := T_{e3} \cdot \cos(20 \text{deg}) = 217.069 \cdot \text{kgf}$$

$$F_{\text{raye}} := T_{e3} \cdot \sin(20 \text{deg}) + F_{\text{vt}} = 245.589 \cdot \text{kgf}$$

$$F_{\text{ratot1e}} := \sqrt{F_{\text{raxe}}^2 + F_{\text{raye}}^2} = 327.769 \cdot \text{kgf}$$

Hipótesis excepcional 2a

Peso propio y cargas permanentes.

Resultante del tiro de todos los cables, contemplando el estado que contempla manguito de hielo, con el tiro reducido un 40% en uno de los lados, considerando que existe carga desigual de hielo en ambos vanos adyacentes

$$F_{\text{rax2}} := 3 \cdot (T_{e3} \cdot \cos(20 \text{deg}) - 0.4 T_{e32} \cdot \cos(13 \text{deg})) = 393.973 \cdot \text{kgf}$$

$$F_{\text{ray2}} := 3 \cdot (T_{e3} \cdot \sin(20 \text{deg}) + 0.4 T_{e32} \cdot \sin(13 \text{deg})) + F_{\text{vt}} = 462.989 \cdot \text{kgf}$$

$$F_{\text{ratot12}} := \sqrt{F_{\text{rax2}}^2 + F_{\text{ray2}}^2} = 607.926 \cdot \text{kgf}$$

Suspension

Hipótesis normales

FN1

Cargas permanentes.

Cargas adicionales (si existen).

Carga del viento maximo en direccion del eje de los travesaños, sobre postes, elementos y conductores.

$$F_{\text{sus1}} := F_{\text{vte}} + (q \cdot a + P_a) \cdot \frac{c_2}{h_s} = 149.2 \cdot \text{kgf}$$

$$\sigma_{\text{treu}} := \frac{(F_{\text{sus1}} \cdot h_s)}{\pi \cdot \frac{(22\text{cm})^3}{32}} = 145.583 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \sigma_{\text{admeu}} := 150 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$
$$\sigma_{\text{roteu}} := 450 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Verifican postes de eucalipto de 22cm de diametro.

FN2

Cargas permanentes.

Cargas adicionales (si existen).

Carga correspondiente al estado que contiene viento y manguito de hielo, con viento en direccion del eje de los travesaños, sobre postes, elementos y conductores.

$$F_{\text{sus2}} := F_{\text{vte2}} + (a \cdot \text{pph} + P_a) \cdot \frac{c_2}{h_s} = 85.11 \cdot \text{kgf}$$

Como la fuerza es menor a la hipótesis anterior, verifica.

Hipotesis excepcionales

FE1

Cargas permanentes.

Cargas adicionales (si existen).

El 50% del tiro maximo del cable de energia.

$$F_{\text{sus3}} := \sqrt{(0.5 \cdot T_{e1})^2 + \left[F_{\text{vte}} + (q \cdot a + P_a) \cdot \frac{c_2}{h_s} \right]^2} = 204.6 \cdot \text{kgf}$$

$$M_{\text{t}_{\text{sus3}}} := 0.5 \cdot T_{e1} \cdot c_2 = 30.8 \text{ m} \cdot \text{kgf}$$

$$\sigma_{\text{treu2}} := \frac{(F_{\text{sus3}} \cdot h_s)}{\pi \cdot \frac{(22\text{cm})^3}{32}} = 199.637 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \sigma_{\text{admeu2}} := 225 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

En condiciones excepcionales, se utiliza un coeficiente de seguridad 2, por lo que verifica.

FE2

Cargas permanentes.

Cargas adicionales (si existen).

El 20% de los tiros en el Estado que contempla manguito de hielo, unilaterales de todos los cables de transporte de energía.

$$F_{\text{sus4}} := \sqrt{(3 \cdot 0.2 \cdot T_{e2})^2 + \left[F_{\text{vt}e2} + \left(\text{pph} \cdot a + P_a \right) \cdot \frac{c_2}{h_s} \right]^2} = 179.03 \cdot \text{kgf}$$

$$M_{t_{\text{sus4}}} := 0.2 \cdot T_{e2} \cdot c_2 = 11.55 \cdot \text{kgf} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_{\text{treu3}} := \frac{(F_{\text{sus4}} \cdot h_s)}{\pi \cdot \frac{(22\text{cm})^3}{32}} = 174.681 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Verifica}$$

Soporte terminal

Hipotesis Normales

FN1

Cargas permanentes.

Cargas adicionales (si existen).

Carga del viento máximo en dirección del eje de los travesaños, sobre postes, elementos y conductores.

Tiros máximos de los conductores unilaterales en el estado de máximo viento.

Tiro de la acometida de la E.T.

$$F_{\text{term11}} := F_{\text{vt}} + \left(q \cdot \frac{a}{2} + P_a \right) \cdot \frac{c_2}{h_s} = 166.76 \cdot \text{kgf}$$

En el otro plano;

$$F_{\text{term12}} := 3 \cdot T_{e3} = 693 \cdot \text{kgf}$$

Este esfuerzo se compensa con la colocación de rienda CN36 ubicada a 180°

FN2

Cargas permanentes.

Cargas adicionales (si existen).

Carga correspondiente al estado que contiene viento y manguito de hielo.

Tiros máximos de los conductores unilaterales en el estado de viento y manguito de hielo..

Tiro de la acometida de la E.T.

$$F_{\text{term21}} := F_{\text{vt}2} + \left(\text{pph} \cdot \frac{a}{2} + P_a \right) \cdot \frac{c_2}{h_s} = 167.11 \cdot \text{kgf}$$

En el otro plano:

$$F_{\text{term22}} := 3 \cdot T_{e2} = 787.5 \cdot \text{kgf} \quad \text{Este esfuerzo se compensa con rienda}$$

Hipotesis excepcionales

FE1

Cargas permanentes.

Cargas adicionales (si existen).

El 100% del tiro maximo unilateral de todos los cables menos uno, aquel que al anularse provoque la condicion mas desfavorable.

$$F_{\text{term31}} := F_{\text{vt2}} + \left(\text{pph} \cdot \frac{a}{2} + P_a \right) \cdot \frac{c_2}{h_s} = 167.11 \cdot \text{kgf}$$

En el otro plano:

$$F_{\text{term32}} := 2 \cdot T_{e1} = 560 \cdot \text{kgf} \quad \text{Este esfuerzo se compensa con la rienda}$$

Verificacion a esfuerzo flexotorsor

Esfuerzo flector

$$M_f := (F_{\text{vs}} + T_{e1}) \cdot h_s = 3836.931 \cdot \text{kgf} \cdot \text{m} \quad \text{Momento flector de fuerzas referidas a la cima}$$

Esfuerzo torsor

$$M_t := T_{e1} \cdot 1\text{m} = 280 \cdot \text{kgf} \cdot \text{m}$$

$$M := \frac{1}{2} \cdot \left(\sqrt{M_f^2 + M_t^2} \right) = 1923.567 \cdot \text{kgf} \cdot \text{m}$$

Calculo de las fundaciones segun el metodo de Sülzberger

Caracteristicas del poste:

$H_p = 12\text{m}$	Altura total del poste
$h_w := 1.8\text{m}$	Profundidad enterrada
$h_s = 10.2\text{m}$	Altura sobre el terreno
$P_p := 2068\text{kgf}$	Peso del poste
$P_m := 5\text{kgf}$	Peso de la mensula
$P_a = 5 \cdot \text{kgf}$	Peso de un aislador
$P_c := q \cdot a = 6.65 \cdot \text{kgf}$	Peso del conductor
$F_{\text{ts}} := 200\text{kgf}$	Fuerza de tiro reducida a la cima
$d1_s = 24 \cdot \text{cm}$	Diametro en la cima del poste
$d2_s = 42 \cdot \text{cm}$	Diametro en la base del poste
$d_{\text{sp}} = 39.3 \cdot \text{cm}$	Diametro del poste al nivel del terreno

Consideraciones del empotramiento

EDEMSA utiliza, en media tensión, bloques de empotramiento de 1m x 1m x 1,4m

$$a_m := 1 \text{ m}$$

$$b_m := a_m = 1 \text{ m}$$

$$s_b := a_m \cdot b_m = 1 \text{ m}^2 \quad \text{Area del bloque}$$

El poste en la sección de empotramiento tiene un diámetro de 40.05 cm. En el macizo dejamos un espacio de 10 cm a cada lado del poste. De esta forma tenemos un hueco de 60.05 cm

$$f_{\text{hue}} := d_{\text{sp}} + 20 \text{ cm} = 59.3 \cdot \text{cm}$$

$t_m := 1800 \text{ mm}$ Profundidad del macizo. (m), Según la ET200 el extremo inferior del bloque que supere la porción de soporte empotrado debe tener como mínimo 200 mm y como máximo 1/5 de la altura de la fundación.

$$\gamma_{\text{hor}} := 36000 \cdot \frac{\text{N}}{\text{m}^3} \quad \text{Peso específico del hormigon}$$

$$P_{\text{bh}} := \gamma_{\text{hor}} \cdot \left(s_b \cdot t_m - \frac{\pi \cdot f_{\text{hue}}^2}{4} \cdot t_m \right) = 4782.8 \cdot \text{kgf}$$

Momento de vuelco

El Momento de vuelco es: F: Fuerza que actúa en la cabeza del poste (Kg)

$$F_{\text{ts}} = 200 \cdot \text{kgf}$$

La altura libre del poste es

$$h_s = 10.2 \text{ m}$$

Quedando así el siguiente momento de vuelco:

$$M_v := F_{\text{ts}} \cdot \left(h_s + 2 \cdot \frac{t_m}{3} \right) = 2280 \cdot \text{kgf} \cdot \text{m} \quad \text{Momento de vuelco}$$

Momento estabilizante

Peso de poste más aisladores, mensulas, etc.

$$P_{\text{post}} := P_p + 3P_a + 3P_m = 2098 \cdot \text{kgf}$$

$$P_L := P_{\text{post}} + P_{\text{bh}} = 6880.8 \cdot \text{kgf}$$

La norma da una tabla de coeficientes de compresibilidad en función de los tipos de terreno. La línea estará ubicada en una zona con un terreno que se encuadra como Arcilla blanda. Le corresponde a este tipo de suelo un coeficiente de compresibilidad que va entre 2 v 4.

PLANILLA N° 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Categoría	Naturaleza del terreno	Peso específico	Presión admisible	Índice (1) de compresibilidad	Angulo (°) de la tierra gravante		Angulo de la fricción interna	Coeficiente de la fricción entre terreno y hormigón	
		γ kg/m ³	σ kg/cm ²	C kg/cm ³	β°		δ°	μ	
					vege- table	mo- vido		liso	esca- broso
A	Laguna, aguazal, terreno pantanoso	650	hasta 0,5	0,5 ... 1,0	5°	3°	—	0,05	0,1
B	Terrenos muy blandos	1700	hasta 0,8	1 ... 2 2 ... 4	5°	3°	20°	0,2	0,2
	Arena fina húmeda						30°	0,3	0,5
	Arcilla blanda						25°	0,3	0,4
C	Arcilla mediodura seca	1700	hasta 1,8	5 ... 8 6 ... 9	8°	6°	25°	0,4	0,5
	Arcilla fina seca						30°	0,6	0,7
D	Arcilla rígida	1700	hasta 3,0	10 11 ... 13	12°	10°	25°	0,4	0,5
	Arena gruesa y pedregullo						35°	0,4	0,5
E	Arcilla gruesa dura	1700	hasta 4,0	13 ... 16	15°	12°	37°	0,4	0,5
F	Rígido pedregullo y cantorodado		hasta 5,0		20°	20°	40°	0,4	0,5

Para la roca $\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$ y la presión admisible para roca debilitada por efectos geológicos se acepta igual a 10 kg/cm^2 ; para rocas sanas - hasta 23 kg/cm^2 .

(1) El índice de compresibilidad se refiere a la profundidad de 2 m; para el fondo de excavación "C_b" se puede aumentar hasta 1,2 C para las paredes.

(2) Para las categorías "B" hasta "F" y terrenos con buena cohesión se puede aumentar β por 5°.

$$C_b := 3 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^3}$$

Índice de compresibilidad

$$\text{tg}\alpha := 0.01$$

Tangente del ángulo de gire (0°34'22")

$$M_1 := b_m \cdot \left(\frac{t_m^3}{36} \right) \cdot C_b \cdot \text{tg}\alpha = 4860 \cdot \text{kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_2 := P_L \cdot a_m \cdot \left(0.5 - \frac{2}{3} \cdot \sqrt{\frac{P_L}{2 \cdot a_m^2 \cdot b_m \cdot C_b \cdot \text{tg}\alpha}} \right) = 1886.971 \cdot \text{kgf} \cdot \text{m}$$

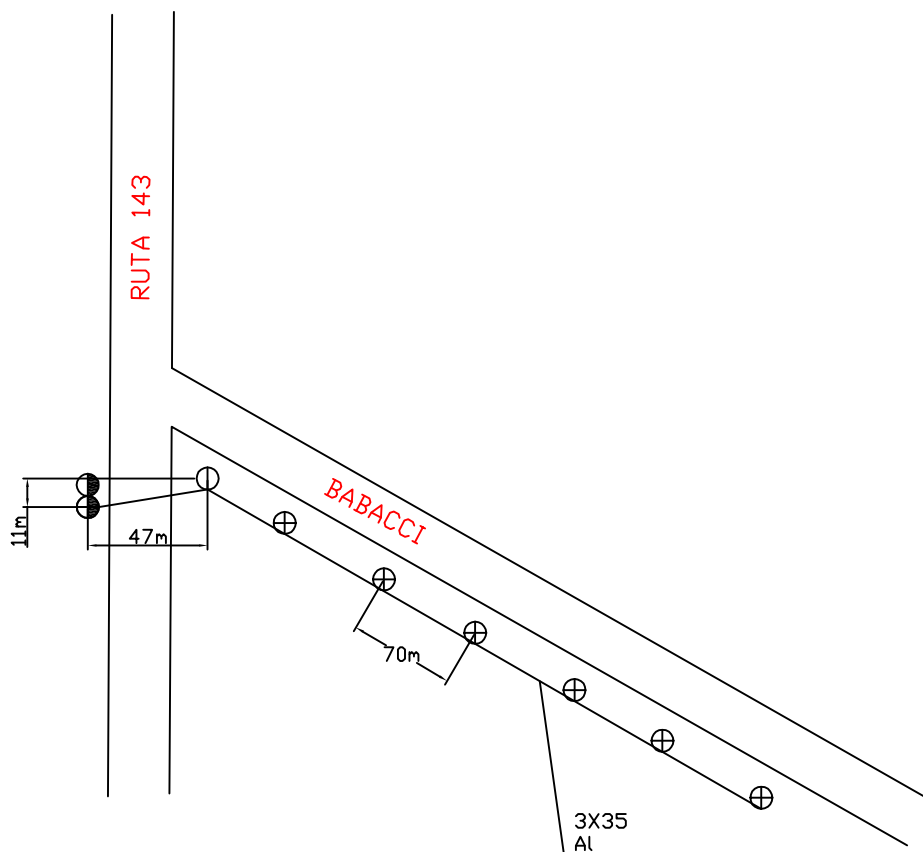
Quedando el momento resistente total:


$$M_e := M_1 + M_2 = 6746.971 \cdot \text{kgf} \cdot \text{m} \quad \text{Momento estabilizante}$$

Como el momento de vuelco con un coeficiente de seguridad de 1.5 es menor al resistente, verifica

$$M_v \cdot 1.5 < M_e = 1$$

Plano de Proyecto



00	01	EMISION					
Rev.	Pag.	DESCRIPCION DE LA REVISION			REVISÓ	APROBÓ	FECHA
		GTE	SDS-DINS		01	PROYECTO	
		SECTOR EMISOR	N° DE SAP		PLANO N°		
ACTIVIDAD	FIRMA	FECHA	OBRA: Proyecto mejora Salto de las Rosas				
PROYECTO	GARCIA	--/--					
DIGITÓ			PLANO DE: PLANIMETRIA				
REVISÓ							
APROBÓ			EXPEDIENTE	ESCALA	PAG.	DE	
				S/E	01	01	

Cuestionario Calificación de Alumno