



Práctica Profesional Supervisada

Alumno: Franco, Agustín

Tutor Empresa: Garvich, Daniel

Tutor Universidad: Zamanillo, Germán Ramiro

Tenaris – Siderca SAIC, Campana, Buenos Aires

Período: 02/01/2018 al 31/03/2018

Resumen

La práctica profesional supervisada fue realizada en el sector de Gerencia de Ingeniería en la empresa Tenaris Siderca, que se dedica a la producción y comercialización de tubos de acero sin costura, orientado principalmente a la industria petrolera.

La práctica fue desarrollada a través de tres etapas principales. En primer término, se realizó un relevamiento y posterior confección de una base de datos con información sobre todos los puentes grúa y sistemas de izaje de la empresa.

La segunda actividad de la práctica estuvo relacionada con el desarrollo de una especificación técnica la cual establecería un nuevo estándar en la organización para la compra de nuevos sistemas de izaje, fue abordado desde el punto de vista eléctrico, pero trabajando conjuntamente con otras áreas. En cuanto a esta tarea, debido al tiempo acotado de la pasantía, aún quedaban cuestiones técnicas específicas por definir, por lo tanto, no fue posible entregar un informe de versión final completo.

Por último, la tercera actividad estuvo relacionada con la verificación de puesta a tierra de una subestación existente ante la exigencia de nuevas potencias de cortocircuito, así como también el análisis técnico y económico de diferentes tecnologías de transformadores de intensidad para reemplazarlos en la subestación.

Índice de contenidos

Resumen	1
Índice de contenidos	2
Introducción.....	3
Objetivos.....	4
Descripción de la empresa.....	5
Reseña histórica.....	6
Descripción del proceso.....	8
Organigrama del sector.....	12
Desarrollo de las actividades realizadas	13
Primera actividad	14
Segunda actividad	18
Tercera actividad.....	21
Actividades Complementarias	22
Conclusiones.....	24
Bibliografía.....	25
Anexo N° 1	26
Anexo N° 2.....	37
Anexo N° 3.....	38

Introducción

En el presente informe de Práctica Profesional se detallan todas las tareas desarrolladas y supervisadas en la empresa Tenaris Siderca, dedicada a la fabricación de tubos de acero sin costura. Se hará una breve descripción de la empresa, ubicación, reseña histórica y procesos productivos.

Se detallan los objetivos planteados desde la empresa, que se mantuvieron en el transcurso de la práctica sin modificaciones y la descripción de las tareas desarrolladas.

El área de trabajo se encuentra en el sector de ingeniería, el edificio se conoce como GEIN (Gerencia de Ingeniería). Allí se desarrollan los proyectos para la compañía y se controla la ejecución de los mismos. Durante la práctica, los proyectos involucrados fueron: “Montaje de inyectora Negri Bossi. Planta protectores”, “Plan de sustitución de Grúas de despacho” y “Actualización de Subestaciones Transformadoras de Siderca de 132 kV” en los cuales se realizaron tareas y aportes significativos.

Para llevar a cabo las tareas que conformaron el plan de trabajo, se pusieron en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, pero fue importante mantener predisposición a la incorporación de nuevos conceptos, apuntando al aprendizaje constante.

Las actividades se desarrollaron en una empresa de gran magnitud y líder a nivel mundial, logrando una correcta adaptación al mundo laboral y comprendiendo respecto a las relaciones sociales entre pares, y personas de distintos niveles jerárquicos en la organización.

Objetivos

En el transcurso de la práctica profesional se presentaron varios objetivos, el común denominador de todos ellos era la necesidad imperiosa de llevar a cabo las tareas en grupos de trabajo. Esto se debe principalmente a la dificultad y envergadura de los proyectos, y a su abordaje interdisciplinario.

Dentro de estos proyectos, fueron necesarias tareas más específicas las cuales conformaron los objetivos planteados en el plan de trabajo, surgidos de una reunión con el tutor de la pasantía.

1. Realizar especificación técnica para la compra del sistema eléctrico y de control de grúas, según un nuevo estándar a definir. Coordinar reuniones con proveedores para la evaluación de dichos sistemas.
2. Aumento de potencia de cortocircuito: Analizar ofertas técnicas. Calcular malla de puesta a tierra. Emitir memoria de cálculo de malla de puesta a tierra.
3. Generar base de datos que contenga a todos puentes grúa de Siderca, basada en información disponible en documentos existentes y consulta al personal encargado de las grúas de cada planta.

Además de estos objetivos se realizaron otras tareas complementarias solicitadas por personal de GEIN, principalmente asociadas al montaje de una maquina inyectora en la fábrica de protectores plásticos para extremos y roscas de tubos.

Descripción de la empresa

La empresa está ubicada en la localidad de Campana, a unos 80 km de Capital Federal, es propiedad del grupo económico Techint y a su vez integrante de la alianza comercial Tenaris. Desde hace más de 60 años, Tenaris es un importante protagonista en el desarrollo del mercado del petróleo y gas en Argentina a partir del establecimiento de la planta de Siderca en 1954.

Actualmente, la planta cuenta con la más alta tecnología y es considerada una de las plantas más eficientes e integradas de su tipo en el mundo. Posee una capacidad de producción anual de más de 900.000 toneladas de tubos sin costura y produce una amplia gama de productos para el mercado energético, automotriz, para aplicaciones agro-industriales y exporta más del 70% de sus productos de alto valor agregado a todo el mundo.

Tenaris cuenta además con plantas productoras de tubos de acero con costura localizadas en Valentín Alsina, Provincia de Buenos Aires, y Villa Constitución, Provincia de Santa Fe, con una capacidad de producción anual conjunta de 430.000 toneladas. También posee plantas en Villa Mercedes, Provincia de San Luis, que producen varillas de bombeo y accesorios.

Para responder a las necesidades de sus clientes en Argentina, Tenaris cuenta con centros de servicio regionales en Comodoro Rivadavia y Neuquén. Desde allí brinda servicios de entrega justo a tiempo de tubos y de columna tubulares instalada en pozo.

Sus productos y servicios:

- OCTG (Oil Country Tubular Goods)
- Conexiones Premium
- Tubos de Conducción Offshore
- Tubos de Conducción Onshore
- Procesamiento de Hidrocarburos
- Generación de Energía

- Varillas de Bombeo
- Coiled Tubing
- Aplicaciones Industriales y Mecánicas
- Automotriz

Empleados: 26.800

Ventas: US\$ 10.597 Millones.

Reseña histórica

- 1909 Dalmine comienza la fabricación de tubos de acero sin costura en Italia.
- 1914 Nippon Kokan Kabushiki-gaisha (NKK) comienza la fabricación de tubos de acero sin costura en Japón.
- 1924 Dalmine cotiza en la Bolsa de Valores de Milán.
- 1935 Agostino Rocca, el futuro fundador del Grupo Techint, se convierte en el Director Gerente de Dálmine.
- 1953 Tamsa cotiza en la Bolsa de Valores de México.
- 1954 Tamsa comienza sus operaciones en México y Siderca en Argentina. Ambas plantas son construidas por Techint.
- 1958 Siderca cotiza en la Bolsa de Valores de Buenos Aires.
- 1960 Confab, fabricante brasileño de equipamiento industrial, comienza a producir tubos de acero con costura.
- 1967 Tamsa cotiza en la Bolsa de Valores de los Estados Unidos, y se convierte así en la primera empresa mexicana en cotizar en una Bolsa de Valores estadounidense a través de un programa de Certificado de Depositario Americano (ADR).
- 1980 Algoma encarga el primer tren de laminación de tubos sin costura a mandril retenido de América del Norte.
- 1986 Siderca adquiere Siat, productor de tubos soldados de Argentina establecido en 1948.

- 1993 Siderca adquiere una participación controlante en Tamsa y forma una alianza estratégica.
- 1996 Siderca adquiere una participación controlante en Dalmine, después de su privatización. Con Tamsa, dicha alianza estratégica toma el nombre de DST.
- 1998 Siderca adquiere TAVSA.
- 1999 Siderca adquiere control de Confab.
- 2000 Siderca y NKK Corporation forman NKK Tubes para asumir control del negocio de fabricación de tubos sin costura de NKK en Keihin Works (Tokio, Japón). Siderca alquila la planta de tubos de acero sin costura de Algoma Steel y comienza a operar Algoma Tubes.
- 2001 Se adopta el nombre Tenaris, como reemplazo de DST. Siderca cotiza en la Bolsa de Valores de Nueva York (NYSE.)
- 2002 Tenaris S.A., una empresa constituida en Luxemburgo, se convierte en la empresa controlante del grupo, tras una oferta de cambio de las acciones de Siderca, Tamsa y Dalmine, y cotiza simultáneamente en las bolsas de valores de Nueva York, Milán, Buenos Aires y México.
- 2004 Tenaris adquiere control de Silcotub, productor rumano de tubos de acero sin costura.
- 2006 Tenaris pasa a tener una fuerte presencia en los Estados Unidos, a través de la adquisición de Maverick Tube Corp. Al mismo tiempo, expande su presencia en Canadá con Prudential y se establece en Colombia a través de TuboCaribe.
- 2007 Con Hydril, Tenaris expande su oferta de productos y servicios para la industria del petróleo y el gas.
- 2009 Tenaris extiende su presencia en Lejano Oriente, mediante la adquisición de SPIJ, una empresa indonesia de procesamiento de productos tubulares (OCTG). Venezuela nacionaliza TAVSA.
- 2010 Inauguración de una nueva fábrica de roscado en Arabia Saudita.
- 2011 Tenaris abre su nueva línea de laminado en el Centro Industrial de Tenaris en Veracruz.

- 2012 Tenaris anuncia la construcción del primer centro productivo de tubos sin costura en Estados Unidos.
- 2017 La planta de Bay City (Estados Unidos) completa el proceso del primer tubo sin costura.

Descripción del proceso

Para la producción de acero, Tenaris-Siderca utiliza dos materias primas: mineral de hierro y chatarra seleccionada. El mineral de hierro es traído en barcos desde Brasil, mientras que la chatarra proviene de nuestro país.

El primer proceso es el de reducción directa. El mineral de hierro ingresa por el tope del horno reductor y fluye por la gravedad durante cuatro horas; durante ese lapso se le inyecta una contracorriente de ion de forma continua, los gases reductores que reaccionan quitándole el oxígeno al mineral, de esta forma se obtiene el hierro esponja. El mineral de hierro ingresa con un 67% de contenido ferroso y a temperatura ambiente, en el proceso llega a unos 960°C y luego sale con un grado de 95% de metalización a temperatura ambiente.



Ilustración 1: Carga de chatarra en el horno

La primera etapa de la carga del horno de la acería se hace con chatarra seleccionada, los hornos tienen una capacidad de carga total de 105 toneladas, se funde la chatarra y se transforma en un baño líquido por medio del aporte de energía eléctrica e inyección de oxígeno y metano. En un segundo paso se completa la carga agregando el hierro esponja en forma continua. Se alcanzan temperaturas de trabajo de 1650°C en un proceso que requiere una potencia eléctrica de 90 MVA. Una vez que se separa la escoria, 80 toneladas de acero fundido son vertidos en una cuchara y transportados a la estación de afino; allí manteniendo la temperatura mediante el aporte de energía eléctrica se le agregan las aleaciones necesarias para lograr la composición química solicitada por el cliente. Durante estas etapas, sistemas de control automático del proceso junto con el apoyo del laboratorio central permiten corregir las condiciones de composición química y limpieza del acero especificado por el cliente.

El acero líquido alimenta a la máquina de colada continua, la cuchara vierte el acero en un tundish (distribuidor) que a su vez conduce el acero hacia los moldes, estos tienen por finalidad solidificarlos con forma de barras macizas redondas. Se producen barras cuyos diámetros van desde los 148 a los 310 milímetros.



Ilustración 2: Cuchara con acero líquido

Todas las barras son identificadas por un número grabado sobre uno de sus extremos para su posterior rastreo y trazabilidad.



Ilustración 3: Barras de acero

Para iniciar el proceso de laminación las barras se vuelven a cortar en trozos de menor longitud llamados tochos y son introducidas en el horno giratorio. El horno es alimentado a gas natural y tiene un diámetro externo de 48 metros; las barras toman una temperatura necesaria en una vuelta lo que lleva entre dos y cuatro horas dependiendo del largo y del diámetro de las mismas, la temperatura de salida es de 1250°C.

Lograda la temperatura del proceso, los tochos ingresan al laminador perforador en su primera etapa de laminación donde son tomados por dos cilindros bi-cónicos de ejes alabeados y forzados a avanzar sobre una punta perforadora que guía la deformación plástica (efecto Mannesmann); se obtiene así un semielaborado llamado perforado que entra en la segunda etapa de laminación.

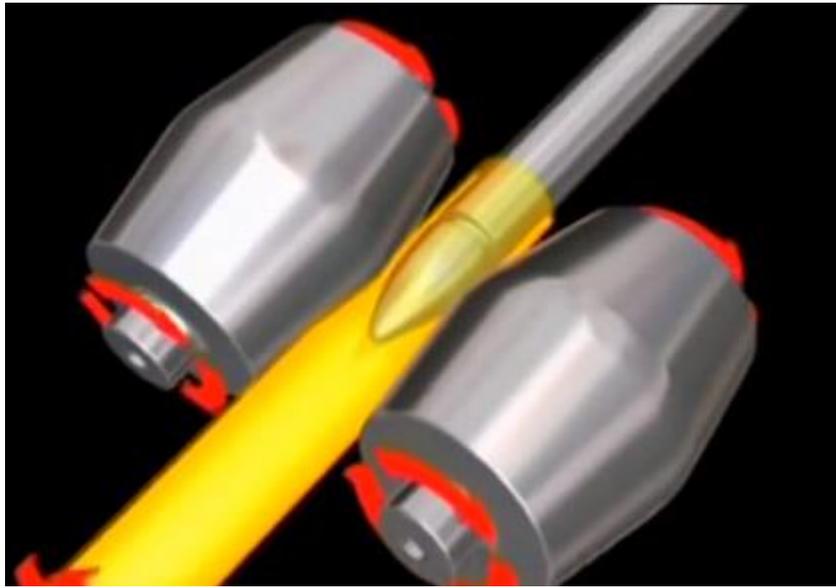


Ilustración 4: Proceso de laminación

En esta etapa se introduce un mandril a modo de respaldo del diámetro interno, el conjunto pasa por seis pares de rodillos que reducen progresivamente el espesor de la pared.

La precisión del proceso está garantizada por la medición online del espesor en distintas generatrices, a través de varios equipos de CND (control no destructivo).

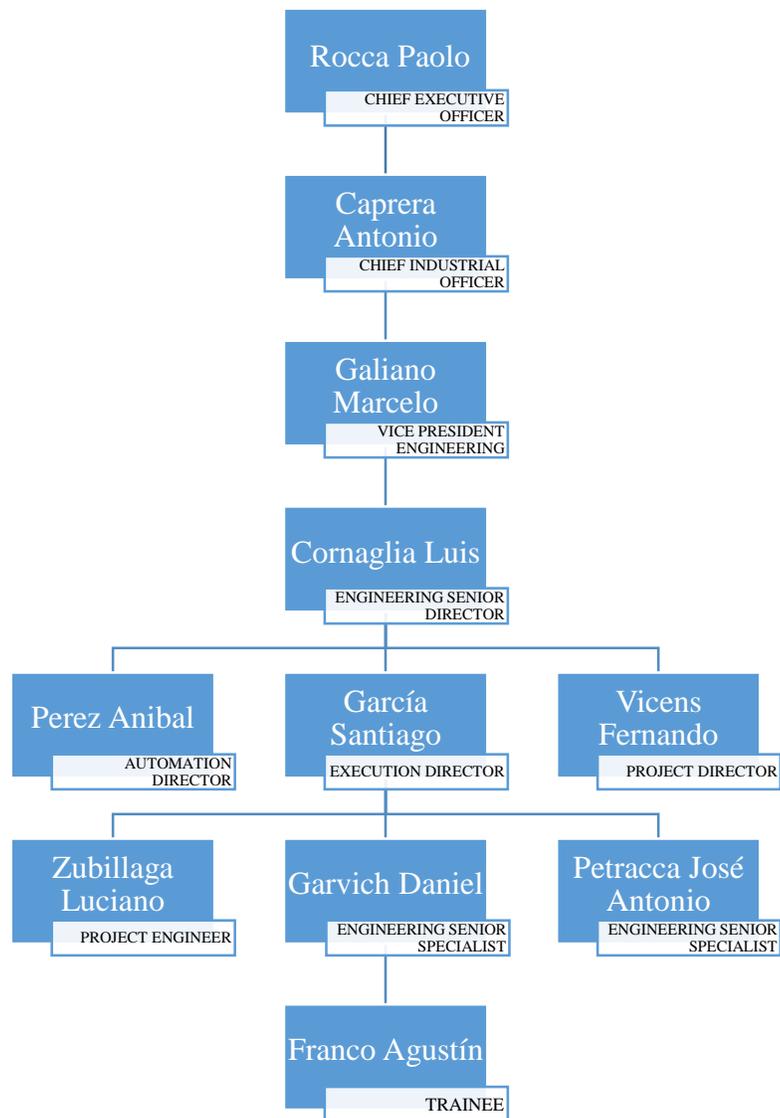
Los semielaborados llegan finalmente a la tercera etapa de laminación y pasan por una serie de rodillos agrupados de a tres para calibrar sus dimensiones, se obtienen de esta manera hasta dieciocho mil tubos diarios de óptimo control dimensional.

En resumen, la etapa de laminación cuenta con los siguientes procesos:

- COBA (corte de barras): Este sector se encarga de cortar las barras provenientes de acería en tochos los cuales serán introducidos en el horno giratorio.
- Horno giratorio: se encarga de llevar los tochos desde la temperatura ambiente hasta la temperatura de laminación.
- Perforador: en esta etapa se perforan los tochos utilizando el efecto Mannesmann.
- MPM: en esta fase se lamina el tubo perforado, haciendo pasar el tubo con un mandril enhebrado en él, por una serie de seis pares de rodillos.

- Horno intermedio: En este horno se eleva nuevamente la temperatura del tubo laminado a la temperatura de laminación.
- Laminador-Calibrador: en esta etapa se le ajusta el espesor y se define el diámetro final.
- COTU (corte de tubos): finalmente se cortan los tubos para lograr el largo final y se le realiza el despunte para eliminar la boca de pescado.

Organigrama del sector



Desarrollo de las actividades realizadas

Durante la primera semana en la empresa se llevaron a cabo actividades de inducción y charlas por parte de profesionales, donde se abordaban diversos temas para entender más acerca de la organización y cuestiones relativas a la seguridad y conducta.

- Introducción a Tenaris
- Introducción a TenarisUniversity
- Calidad
- Visita a planta
- Seguridad e Higiene Industrial & Medio ambiente
- Charla IT (Tecnología Informática)
- General Management Course
- Business Ethics
- DataLeak Prevention
- My TenarisUniversity Learner Mode
- Core Program: Production Processes
- Introduction to Steel
- Tenaris Institutional
- Safety at the office
- Tenaris Anti-Bribery Compliance Training-Parent Code
- New TenarisUniversity Model-Training

En la semana siguiente, luego de una charla con el tutor en la empresa, se decidieron conjuntamente las tareas a realizar. Estas actividades fueron mencionadas previamente, a continuación, se explicarán en detalle.

La presentación ordinal de las tareas tiene que ver con la importancia que para el tutor representaba su cumplimiento y por ende la consideración en el tiempo abocado a las mismas. A pesar de ello, todas fueron realizadas en simultáneo.

Primera actividad

Esta actividad estuvo destinada a la realización de una especificación técnica con la cual se establecería un nuevo estándar en la organización para la compra de grúas. El objetivo principal trataba de definir el equipamiento eléctrico, electrónico y las características mecánicas que tendrían que cumplir los nuevos sistemas de izaje que se adquirieran en la empresa, tomando como eje central el recambio de la grúa GL12.

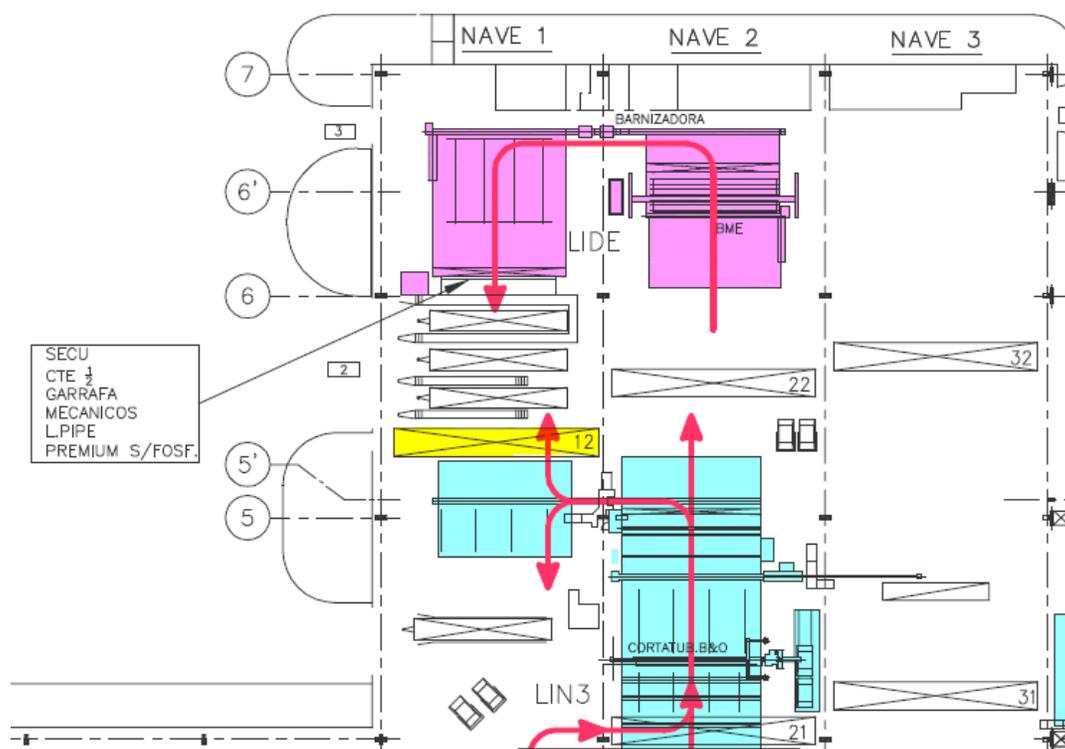


Ilustración 5: Layout línea de despacho y ubicación de la grúa GL12

Las compras que realiza la empresa se hacen a través de la firma Exiros, perteneciente al grupo Techint. La metodología de compra consiste en la conformación de un pliego licitatorio, el cual es presentado a las empresas interesadas. En principio, no existe contacto alguno entre empresas proveedoras y el personal técnico que realiza el pedido de compra, por lo tanto, la especificación técnica debe contener los detalles de funcionamiento del sistema de izaje, el de los distintos elementos, conexiones internas, sugerencia de marcas y detalle de calidad, para que satisfaga las necesidades de la empresa y no exista lugar para interpretaciones confusas.

Para desarrollar el trabajo fue necesario conocer sobre la tarea realizada por la grúa a reemplazar. El motivo del recambio se debe a dos factores; por un lado, la obsolescencia del equipo instalado y por el otro, el factor de riesgo. Se solicitó información al sector de producción de planta para conocer en profundidad el proceso realizado, y cuál es el rol que cumple el equipo en la línea.



Ilustración 7: Sistema de granquios cargando un paquetón

La grúa se encuentra emplazada al final de la línea 3 de producción y de la BME (balanza, medición y estarcido) en lo que se conoce como LIDE (línea de despacho). El equipo es comandado por radio control y se necesitan dos operarios para el proceso; uno de ellos, encargado de estibar los “paquetones” de tubos, mientras que el otro ejecuta los comandos de la grúa. Estas actividades conllevan un riesgo elevado, por lo que el nuevo sistema deberá ser semiautomático, evitando el riesgo de aplastamiento y caídas de los operarios.



Ilustración 6: Operario guiando la carga

El tiempo de ciclo fue evaluado para tratar de minimizarlo y de esta manera aumentar la productividad. Se considera el escenario más desfavorable y se establecen las velocidades de desplazamiento de la grúa para que se cumpla con las condiciones de seguridad y productividad deseadas, pudiendo de esta manera calcular la potencia de los motores que se instalarán en el equipo.

La grúa toma los tubos de un bancal por medio de un sistema de granquios y los deposita en un semirremolque, el nuevo sistema reemplazará el antiguo de granquios por una serie de platos magnéticos. El sistema de automatización debe detectar la posición del bancal, conociendo previamente la longitud y diámetro de los tubos se coloca en la posición deseada y posteriormente comienza el ciclo. Para realizar el procedimiento cuenta con dos PLC, uno para el proceso, que esta comunicado con la línea para obtener información de los tubos, y tiene precargados los movimientos de acuerdo a las coordenadas con las posiciones deseadas, y otro PLC de seguridad, que ante cualquier eventualidad desenergiza el sistema para evitar incidentes.

El sistema de carga y descarga automático es complejo, integra una gran cantidad de sistemas internos, alarmas, comunicación con otros dispositivos, por lo tanto, el desarrollo se lleva a cabo con la colaboración del sector de automatización e ingeniería de diseño.

Para definir el equipamiento que lleva el sistema de izaje se estableció el contacto con dos proveedores: Siemens y Schneider Electric. Con el departamento de ventas de estas empresas se establecieron reuniones para conocer sus propuestas relativas a motores, protección, drives, unidades rectificadoras, sistema de control, comunicación, sistema de seguridad, sin dejar de lado el servicio de instalación y posventa que ofrece cada una de ellas. En base a lo cual se debate sobre las mejores alternativas con los especialistas de cada área para de esta manera tomar la mejor decisión.

Por otra parte, se efectuaron reuniones con una empresa fabricante de grúas, se trata de RHC Deutschland GmbH, que diseña el sistema mecánico y de control en Alemania, y fabrica los equipos en China en la empresa Tidfore Heavy Equipment Co. Se realizaron

relevamientos en la planta con los ingenieros de RHC, consultando propuestas superadoras y obteniendo la perspectiva del fabricante para la realización de la especificación técnica.

En base a los relevamientos, consultas con los especialistas, tanto mecánicos, como electrónicos y eléctricos comienza la confección de la especificación técnica. Para la realización, se utilizó como base una norma norteamericana porque cumplía con los requerimientos de Siderca de la mejor manera. La norma es la CMAA #70 (Crane Manufacturers Association of America). Si bien el abordaje de la especificación fue orientado a la parte eléctrica, no podían descuidarse los detalles relativos a la interacción con los demás sistemas.

En lo que respecta a la parte eléctrica, la especificación debe contener detalles que van desde la alimentación del sistema hasta la programación de los PLC integrados. A pesar de avanzar con esta tarea a lo largo de los meses, quedaron cuestiones por resolver de parte de los ingenieros involucrados en el proyecto, por lo tanto, quedaron pendientes de adicionar a la especificación técnica, de manera que no fue posible entregar una versión final de la misma. La versión entregada a la empresa se encuentra en el anexo N° 1.

Segunda actividad

En la segunda actividad, la tarea estuvo abocada al proyecto de actualización de las subestaciones transformadoras de Siderca. Se trata de dos subestaciones de 132 kV, desde las cuales se abastece de energía eléctrica de la planta. La actualización es necesaria debido al aumento de la potencia de cortocircuito en el nodo Campana, lo que deja al equipamiento obsoleto. La tarea implica el reemplazo de transformadores de corriente, interruptores, seccionadores, transformadores de tensión y conductores.



Ilustración 8: Subestación de Siderca (SE1)

Como primera medida se relevó el equipamiento instalado en las subestaciones, de esta manera fue posible establecer prioridades de reemplazo. Las primeras unidades a ser cambiadas son las que su obsolescencia representa un riesgo para la seguridad, enfocando la tarea en los transformadores de corriente, que actualmente están aislados con aceite y tienen una antigüedad que ronda los 30 años. Debido a la explosión de una unidad de similares características en la planta de Ternium en San Nicolás de los Arroyos, su recambio es necesario con mayor celeridad.

Para realizar los trabajos de reemplazo de unidades en las subestaciones será necesario interrumpir el suministro de energía, por lo tanto, la planta deberá cesar con la producción. Esta tarea está prevista para el período denominado REX (Reparaciones

extraordinarias) en el transcurso de tres o cuatro semanas durante los meses de enero/febrero de 2019 y 2020.



Ilustración 9: Subestaciones y líneas del SADI. En rojo 500kV, en azul 132kV

Se realiza un estudio sobre la conveniencia de instalar transformadores de corriente aislados en aceite o en SF6 (hexafloruro de azufre). En el análisis se evalúan aspectos técnicos y económicos, plazos de entrega y disponibilidad de asistencia técnica. Se establece contacto con proveedores, para conocer en detalle las características de los productos, los seleccionados fueron Artech y Siemens.

Tras analizar ambas tecnologías, se llega a la conclusión de mantener aislación en aceite, debido a que en el transcurso de los años se lograron transformadores de alta confiabilidad y más seguros para personas y equipos. Esta decisión se respalda en aspectos técnicos y económicos. En Argentina no existen al momento subestaciones con transformadores de medición de corriente en SF6, por lo tanto, fue imposible obtener referencias de esta tecnología. Además, los transformadores de aislación en aceite son de

Tercera actividad

Esta actividad consistió en la realización de una base de datos con todos los puentes grúa de Siderca. Existen alrededor de doscientos puentes grúa, distribuidos en las diferentes plantas. Para poder realizar la base de datos con información precisa fue necesario recurrir a documentos y planos existentes, al personal que trabaja en los denominados GMB (Grupo de mantenimiento base) quienes se encargan del mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de izaje, y realizar inspecciones visuales.

El objetivo de la base de datos es unificar en un archivo toda la información disponible de los sistemas de izaje de Siderca, con ello se determinará hacia donde se destinan las inversiones de la empresa para mejorar productividad y seguridad de los equipos. Esta información comprende ubicación en naves y plantas, además de características tales como equipamiento eléctrico y electrónico de la grúa, características mecánicas y estructurales, impacto en la línea, años de servicio, confiabilidad, seguridad, debilidades, velocidades de desplazamiento e izaje, aparejos auxiliares, sistemas de control y comando, entre otros.

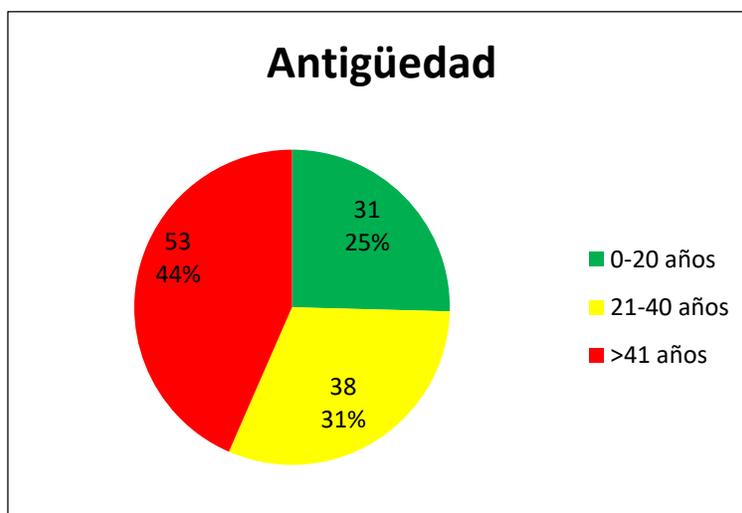


Ilustración 11: Antigüedad de las grúas de techo



Ilustración 12: Estado de las grúas de más de 40 años

Actividades Complementarias

Además de los proyectos principales de la práctica profesional supervisada, se realizaron una serie de actividades complementarias que surgieron como necesidades en el grupo de GEIN.

Una de estas actividades estuvo relacionada con el proyecto de montaje de una nueva prensa de inyección para materiales plásticos con la que se elaboran los protectores de extremos de tubos y roscas, de marca Negri Bossi modelo H 17000.

Para la instalación eléctrica de la máquina se coordinaron las actividades con el personal encargado del montaje para que se respeten las conexiones establecidas en los planos del fabricante. Para la protección de la maquina se instaló un interruptor marca Schneider Electric, modelo Compact NS800 N de 800 [A] de corriente nominal, mientras que para los tomacorrientes auxiliares se empleó un interruptor Schneider Electric Compact NSX100F corriente nominal 35/50 [A].



Ilustración 13: Inyectora Negri Bossi

Se ajustaron las curvas de disparo de los interruptores considerando los dispositivos a proteger aguas abajo y se realizó la coordinación de los mismos. Posteriormente se lleva a cabo la puesta en marcha de la máquina, prestando asistencia en los trabajos ejecutados.

Además de la instalación y montaje de la inyectora en la planta de protectores, se llevaron a cabo otros trabajos: instalación de un nuevo torno, modificación de conexionado en tablero de distribución en sala eléctrica, conexiones entre tableros de potencia, montaje de un separador ciclónico, instalación de una nueva bomba en equipo enfriador de agua, tendido de nuevas alimentaciones, en los cuales se realiza control de ingeniería y verificación de correcta instalación y cableado de tableros por medio de planos provistos.

Conclusiones

Los objetivos establecidos inicialmente fueron cumplidos satisfactoriamente, a excepción del proyecto relacionado a la elaboración de la especificación técnica, que por cuestiones de tiempo e indecisiones a la hora de establecer la mejor propuesta para el sistema de izaje quedaron por definirse ciertas características, por lo tanto, no fue posible entregar la versión final. Además de las tareas propuestas por el tutor de la empresa, se realizaron actividades complementarias en colaboración con los miembros del sector de ingeniería, tanto mecánicos, como eléctricos y electrónicos, obteniendo de esta manera una visión más completa sobre los proyectos y trabajos realizados, contribuyendo a la formación profesional y personal.

En cuanto a lo laboral, la práctica educativa resulta de mucha utilidad para afianzar y complementar los conocimientos teóricos-prácticos adquiridos durante el cursado de la carrera Ingeniería Electricista en nuestra facultad, realizar actividades en grupos de trabajo y entender el funcionamiento interno de una empresa de gran envergadura.

En lo social y humano, la relación con el personal del área fue muy bueno y la integración al sector se dio de manera inmediata. Las personas que trabajan en el área siempre estuvieron dispuestas a ayudar a evacuar las dudas que surgieran y ante cualquier inquietud que se presentara.

Al formar parte del sector de ingeniería las tareas deben realizarse siempre de manera interdisciplinaria, trabajando en grupos de personas con distintos intereses y objetivos, por lo tanto, es necesario detectar las necesidades de cada una de las partes, lo que implica un gran desafío. El ambiente de trabajo en el sector fue muy bueno, las herramientas brindadas por la empresa para desempeñar las tareas fueron de gran utilidad, y los demás trabajadores del sector estuvieron siempre predispuestos a ayudar y escuchar propuestas. Durante la estadía en la empresa el aprendizaje fue constante y permitió obtener una visión amplia de la realidad laboral de un ingeniero en la actualidad, estableciendo contactos entre pares, compartiendo experiencias, conocimiento, formas de pensar y de enfrentar las situaciones.

Bibliografía

- Sistema de archivos internos de la empresa Siderca.
- Videos institucionales de Tenaris-Siderca.
- Manual de unidad de control Micrologic E, para interruptores Schneider Electric.
- Teoría y Tecnología de los Transformadores de Medida, Jaime Berrostequieta / Ángel Enzunza, ARTECHE.
- Documentos internos de Siderca de Práctica Operativa de puentes grúa.
- ETAP (12.6) [Software]. Uso bajo licencia de Tenaris Siderca SAIC.

Anexo N° 1

Especificación técnica para la compra de sistemas de izaje entregada a la empresa, donde se analizaron los diversos requisitos que debe tener la grúa. La especificación debió ser escrita en inglés, conteniendo algunas notas en castellano, debido a que esos aspectos aún no estaban definidos y que estaba sometida a constantes revisiones hasta el momento de culminar la PPS.

Electrical Specification of Cranes

1. Low voltage power supply and related conditions/Electrical data

Provided by Tenaris

- a. Voltage fluctuations: 10% (tension nominal 380 Volt)
- b. Frequency fluctuations: 1% of the nominal (50 Hz) frequency continuously.
- c. Fluctuations electrical supply values according in section 4.3.2 NFPA79.
- d. Type of power supply system grounding: Wye (Star) phase's midpoint grounded.
- e. Runway conductor systems, insulate bar type (3 phase + neutral + ground).
- f. Siemens IWLAN RCoax cable

Provided by Contractor

a. Power Panel:

- Physical environment and operating conditions (See section 4.4 NFPA79).

- Electrical supply required: Nominal Voltage: 380 V AC 3Phases 50 HZ. (Voltage Drop according to 5.13 CMAA#70, rev 2010 or newer)

- Electrical equipment to be designed with a provision for nominal power increase of 20%.
 - Foreseen Short-circuit current at the point of supply to the machine: 50 kA RMS.
 - The grounding conductor shall be connected to ground runway conductor systems.
 - Supply disconnecting device no required grounded conductor.
 - Type of disconnecting device to be provided according to section 5.7 CMAA#70, Rev 2010 or newer, and chapter 5 NFPA 79.
 - Limit of power up to which three-phase AC motor be started directly across the incoming supply line 5 HP.
 - Overload protection of motors according section 610 NFPA70 and IEC 60947-2.
 - Enclosures type NEMA 4X according 5.4.7 CMAA#70, Rev 2010 or newer.
 - Limit switch power according part 6 NEMA ICS 8 and 5.9 CMAA#70, Rev 2010 or newer.
 - Selection of inverters according to 5.14 CMAA#70, Rev 2010 or newer, and requirements in Part 8 NEMA ICS8.
 - Regenerative drive braking must be included.
 - Selection of braking resistors in accordance to NEMA ICS 8 part 11.
 - Technical documentation and symbol according Annex D NFPA79.
 - External cables using high temperature resistant according to the service.
- b. Control Panel:
- Equipment and circuit of control according to part 8 NEMA ICS8.

- Enclosures type NEMA 4X according 5.4.7 CMAA#70, Rev 2010 or newer.
- Remote control according to section 5.15 CMAA#70 Rev 2010 or newer.
- Wireless control systems according to section 9 NEMA ICS8 and 9.2.7.3 NFPA79.
- Identification and section of conductors according section 610 NFPA70
- Limit switch control according to 5.9 CMAA#70, Rev 2010 or newer.
- Technical documentation and symbol according Annex D NFPA79//IEC 60027.

c. Motors:

Basic requirements:

The motors included in this specification are all inductive three-phase asynchronous, inverter duty, with rotor in short circuit at simple or double squirrel cage, which ensure a high startup torque with low tension. (5.2 CMAA #70)

- Type: AC squirrel-cage rotor.
- Voltage: 3x380 Vac (+6% -10%), 50 Hz.
- Nominal speed: 1000 rpm (six-pole).
- Efficiency: IE3 according with IEC 60034-30.
- Construction: Cast iron. All stator plates, shielding and bearing boxes shall be made of iron material. (Use of frame and other aluminum components is forbidden) .
- Type of enclosure: IP55.
- Cooling methods: Motors shall be totally enclosed self-ventilated.

- Insulation level: Insulation class H/F (Temperature class 180(H) utilized according to 155(F)). In accordance with IEC 60085.
- Grounding: Machines shall be provided with an earthing terminal or another device to permit the connection of a protective conductor or an earthing conductor.
- Duty type: S5 (Intermittent periodic duty with electric braking)(according IEC 60034-1)
- Bearing: Electrically insulated for use with inverters and shaft grounding brushes.
- With PT100 for hoist and bridge (if applies).
- With measurement vibration for hoist (4-20 mA).
- Starting requirements according IEC 60034-12.
- Short-circuit and overload protection of motors according with IEC 60947-2.
- Dimensions/Power: According to 5.2 CMAA#70.

The characteristic requirements of power for each Motor shall be defined in the Data sheet, which will be part of the quotation request.

Main hoists motions will have a power circuit upper limit switch plus a geared upper and lower limit switch.

With each purchase order for a motor, the purchaser shall hand in a specific order (Technical Data Sheet) including the individual requirements and deviations, if any, from the present specification.

d. On Board Electrical Cabinets for EOT Cranes:

The On Board Electrical Cabinets shall be according to (Ver número de plano)

It shall be thermally isolated and refrigerated. The distribution of the work spaces inside the cabinets shall be in agreement with the Standard NFPA 70 part 110.26.

The cabinets shall be equipped with:

- Illumination, grounding system and socket network:
- Light level: 300 LUX.
- LED luminaires 230V 50Hz.
- Lights & Socket Switchboard: two independent circuits one for illumination and the other for the sockets.
- A three-phase socket 380 V/50 Hz/60 A.
- A single-phase socket 230 V/50Hz/20A.
- Grounding system: the provider shall deliver a calculation report regarding the grounding system and its connection schemes.
- CCM according, to item 7.4.2 (Power panel) and NEMA ICS 18 Standard (Motor Control Center).
- Control panel, according to item 7.4.2 (Control panel).
- HVAC System, according to item 7.6.
- Anti-fire alarm system:
- Brand: Notifier.
- Fire alarm control panel AFP 100.
- Smoke detector type FSI-751(ionization sensor) for electrical cabinet.

- Smoke detector FSP-751 (photoelectronic sensor) in raised floor.
- Pull station NBG-12LX.
- Visual and acoustic alarm, interphase relay RTM-8F and communication with control system of the crane.
- Raised floor and cable tray according NFPA 70 Art. 336, Art.374.
- Cable tray and accessories brand Cooper Crouse-hinds.

The Contractor shall deliver to Tenaris the Detail Engineering of the electrical cabin for its approval.

e. Lighting and signals:

Supply voltage to be adopted for the bridge lighting shall be 230 Vac through a 400/230V-50Hz transformer.

- Under slung bridge lighting for the crane shall be provided with 4 LED fixtures under each bridge platform. The brackets shall have shock absorbing and anti-swing suspension and shall be so mounted as to afford easy access from the walkways; adequate protection shall be provided to prevent the fall of the fittings and glass pieces. A space should be provided for auxiliary equipment location. Control will be done from aux radio control push button and from the cab.
- Grounding system: the provider shall deliver a calculation report regarding the grounding system and its connection schemes.
- A minimum of four utility plugs shall be provided for the crane located at various strategic positions.

-Signals lights shall be heavy duty dust proof, protected type, color green, red and stroboscopic orange, for crane in safe condition (ready to access), crane in operation and crane operated via radiocontrol. Additionally one heavy duty type siren audible above the normal bay noise shall be provided (110dB-1/3HP power electric motor operated).

f. Regenerative drive braking must be included.

g. All electrical components must be certificated by UL listed (Underwriters Laboratories Standards).

h. Load Cells

Load cells shall be installed in the base of the bearings of the Hoist to be able to measure the load lifted by the crane. The load cells' electronics interface shall be installed inside the automation cabinet. The interface with the PLC shall be 4-20 mA or Profinet if available.

With the registered actual load of the crane, the following protection mechanisms shall be implemented:

- When the load reaches 90% of its total capacity, a visual and audio indication (signaling lamp and buzzer) installed inside the crane's cabin (or HMI) will alert the operator of the limit reached. All information shall be sent to the basic automation and shall be used also to inform Operator cranes when controlling from the floor, remotely and to main control room for automatic cranes such as the WIP and in general basis for main maintenance pulpit.

- When the load reaches 110% of the total capacity, the PLC management system will prevent the load to be lifted. It has to be able to react in less than 5 sec. This will prevent overloading in cases where the load is stuck.

- Actual load will be displayed in the crane's cabin and it will be sent to the basic automation to be displayed in the main pulpit. All information shall be sent to the basic automation and shall be used also to inform Operator cranes when controlling from the floor,

remotely and to main control room for automatic cranes such as the WIP and in general basis for main maintenance pulpit.

2. Control System and Additional Features

2.1. Precision/Accuracy

Hay que definir correctamente la precisión del sistema de control.

- *Secuencias de ciclado. Definición de los ciclos. Accionamientos a realizar para operar.*

- *Hay cosas para especificar en particular en otras Data Sheet.*

2.2. Presets List

2.3. Alarm List

- *Definición de jerarquías de alarmas.*

2.4. Diagnosis

Diagnóstico completo de:

- *Hardware del PLC y resto de equipos electrónicos*

- *Comunicaciones con HMI y PC (si hubiese)*

- *De alimentaciones y protecciones*

- *Todos los sensores*

- o Incongruencia de detección*

- o *Tiempo excesivo de respuesta*
- o *Permanencia en un estado determinado ante una acción definida*
- *Diagnóstico de Centro de Control de Motores – inverters y control de servomotores*
 - o *Incongruencia de marcha y fallas*
- *Diagnóstico de la secuencia y tiempos de proceso*
- *Errores de seteo de la máquina*

Necesario conocer:

-Distancia recorrida por las partes de la grúa

-Cantidad de maniobras

-Peso levantado

-Utilización de la línea. Data Block para comunicación con Schneider Electric de línea.

-Cantidad de maniobras.

-Reportes de funcionamiento

La idea es tener información de la línea para realizar mantenimiento productivo.

Mantenimiento Productivo Total (TPM)-> PLAN DE MANTENIMIENTO

2.5. Design and programming of HMI

Se deberá contemplar en la oferta el desarrollo de todas las pantallas que permitan el manejo de todos los equipos y accionamientos de la máquina, tomando como referencia

los comandos físicos actuales y todos aquellos que el surjan de las interacciones con Mantenimiento y Operación, tomando como base los ejemplos de otros puestos similares de la planta, según Manual Operativo.

HMI redundante porque en caso de fallo de uno, es necesario seguir operando la grúa con el otro.

Sistema de ubicación de los semis: ¿Quién lo controla?

No va a haber comunicación con nivel 2 en HMI. VERIFICAR

Red Wireless blindada

2.6. Network infrastructure philosophy

The interface between the automation system onboard of the crane and the plant's network will be implemented using wireless technology. One Client access point will be onboard of each crane connected to the crane's control system.

A series of wireless ethernet access points with leaky coaxial antennas (Siemens IWLAN RCoax cable) will be provided and installed by Tenaris, under supervision and start up by Contractor, along the crane's path and they will be cabled to one switch on the plant's basic automation network The antennas will be connected to Scalance W788-RR with the Rapid roaming feature enabled to avoid data loss when switching from one access point to the other. The number of Scalance devices will depend on the maximum length allowed by the RCoax antennas.

Signal repeaters and or splitters may be used if available to reduce the number of scalances.

2.7. Safety and emergency stops

The equipment must have limit switches physically wired (not across the PLC) that disable the crane movements only in the fault direction (not stopping the rest of the movements of the crane). They must also indicate the fault by visual and audible alarms. All this applies to the movements of trolleys and bridges.

A Security System shall be provided for the entrance of personnel to the crane. This

Security System shall be formed by hard-wired blocks that will not allow any movement of the crane when anyone enters into it.

The Security System should, at least, comply the following sequence: By the opening the door of the access platform, the Emergency Stop should be launched. This Emergency Stop should remain on until the operator sets the Manual Operation of the crane and pushes the Reset button, from the Balcony Operation Panel, onto the crane.

The electrical circuit and the safety elements will be presented with the basic engineering of the crane for its approval by Tenaris.

The general safety requirements are detailed in Tenaris Procedures PRD08815/0 and

GDL00346/0.

Anexo N° 3

Memoria de cálculo. Verificación de puesta a tierra.

1.- INTRODUCCIÓN

Esta memoria de cálculo tiene por objeto modelar la malla de puesta a tierra existente de la Subestación 0 (SE-0) y verificarla, según las normas vigentes para los valores de cortocircuitos actuales y pronosticados a futuro.

2.- DATOS BÁSICOS

Los datos básicos de la malla existente necesarios para el cálculo, como ser la geometría, distribución de conductores, profundidad de instalación, cantidad de jabalinas, materiales utilizados, etc. fueron obtenidos de los siguientes documentos:

392-E-ME-203 R01: Memoria de Cálculo de Red de Puesta a Tierra

392-E-236 R01: Lay Out de Puesta a Tierra e Hilos de Guarda

392-E-2031 R01: Ampliación Malla de Puesta a Tierra

3.- CONSIDERACIONES PARTICULARES

La memoria de cálculo citada anteriormente (392-E-ME-203) utiliza para la verificación de la malla el método de cálculo propuesto por la “Especificación Técnica para Construcción de Sistemas de Puesta a Tierra en Estaciones Transformadoras” de Agua y Energía Eléctrica (AyEE).

Actualmente, se recomienda tomar como base la norma IEEE 80-2013. Si bien los lineamientos de verificación y diseño son similares, algunos parámetros son levemente distintos.

4.- GEOMETRÍA DE LA MALLA

La malla existente tiene una geometría casi rectangular, de 112 metros de largo por 73 de ancho, y un cuadrículado de 10x10 metros.

Los conductores son de cobre desnudo de 120 mm², mientras que las jabalinas (9 en total) son de cobre de 5 centímetros de diámetro y 3 metros de profundidad.

La malla está instalada a una profundidad de 0,8 metros, excepto el cordón perimetral, que se encuentra a 1,2 metros de profundidad.

5.- DATOS DEL SUELO

Los datos de la resistividad del suelo que ofrece la memoria de cálculo de referencia, no parecen ser del todo exactos.

Para el cálculo, se estipula únicamente una resistividad del terreno de 20 Ω.m.

Según la IEEE, 10 Ω.m. es la resistividad de suelo estándar para "*Wet organic soil*" o suelo húmedo orgánico.

No se definen estructuras multicapas, ni se hace referencia alguna a la capa de roca partida superficial que existe en la playa de la Subestación.

6.- CORRIENTES DE FALLA

El diseño de la malla existente fue realizado para una corriente de falla de 15 kA, es decir unos 3500 MVA aproximadamente.

En este trabajo, se verificará la malla existente para esa corriente de falla (por IEEE 80 y Elementos Finitos) pero además se analizarán dos escenarios:

Futuro inmediato: para un nivel de falla de 30 kA (7000 MVA)

Futuro cercano: para un nivel de falla de 40 kA (9100 MVA)

7.- MÉTODO DE CÁLCULO

Para los cálculos y verificaciones de la malla existente utilizaremos el software ETAP 12.6.

Utilizando este programa, modelaremos la red de acuerdo a los planos y procederemos a verificarlo según dos métodos: IEEE 80-2013 y elementos finitos.

Así podremos verificar que no se superen los máximos tolerables de Tensión de Paso y Tensión de Contacto, así como también otros parámetros interesantes como el *Ground Potential Rate* (GPR), la resistencia de malla, etc.

8.- DATOS DE ENTRADA

Estos son los parámetros de entrada que se le cargaron al software para llevar a cabo las simulaciones:

Corriente de falla:

- Escenario 1: 15kA

- Escenario 2: 30kA

- Escenario 3: 40kA

Peso promedio de la persona: 70 kg

Tiempo máximo de duración de la falla: 0,75 segundos

Factor de división de corriente (S_f): 60%

Resistividad de la capa superficial: 4000 Ω .m / 0,05 metros de profundidad

Resistividad del suelo: 20 Ω .m

9.- RESULTADOS

Las tablas siguientes muestran los resultados de las tensiones de paso y de contacto máximas versus las tolerables, para cada escenario analizado y por cada método de cálculo.

	Parámetro	Cálculo según IEEE 80	Valor Tolerable	Cálculo según Elementos Finitos	Valor Tolerable	
15 kA	Tensión de paso [V]	157	559	184	756	<i>Verifica</i>
	Tensión de contacto [V]	69	1834	105	2482	<i>Verifica</i>
	GPR [V]	1590	--	1500	--	
	Resistencia de malla [Ω]	0,106	--	0,1	--	

30 kA	Tensión de paso [V]	315	559	367	756	<i>Verifica</i>
	Tensión de contacto [V]	137	1834	210	2482	<i>Verifica</i>
	GPR [V]	3180	--	3000	--	
	Resistencia de malla [Ω]	0,106	--	0,1	--	

40 kA	Tensión de paso [V]	419	559	492	756	<i>Verifica</i>
	Tensión de contacto [V]	183	1834	281	2482	<i>Verifica</i>
	GPR [V]	4240	--	4000	--	
	Resistencia de malla [Ω]	0,106	--	0,1	--	

Para 40kA, el cálculo por IEEE80 genera una advertencia de que se supera la temperatura máxima admisible de los conductores de cobre de la malla, considerando una conductividad del 100% y temperatura de fusión de 1083 °C.