

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**PROCEDIMIENTO PARA PUESTA EN SERVICIO DE TRANSFORMADORES DE
DISTRIBUCIÓN SECOS ENCAPSULADOS EN EDIFICACIONES**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

JOSÉ LUIS RUMICHE PRIETO

PROMOCIÓN

2011-II

LIMA-PERÚ

2014

**PROCEDIMIENTO PARA PUESTA EN SERVICIO DE TRANSFORMADORES DE
DISTRIBUCIÓN SECOS ENCAPSULADOS EN EDIFICACIONES**

Este trabajo lo dedico con mucho cariño y agradecimiento a mis padres y hermanos que siempre me apoyaron en todo y enseñaron lo bueno y lo malo de la vida. También quiero agradecer a mi novia que siempre me acompañó y empujó para que se logre este objetivo.

SUMARIO

El presente informe de suficiencia expone el desarrollo del procedimiento de puesta en servicio de transformadores de distribución secos encapsulados en proyectos de edificaciones. En esta época en la que estamos viviendo un boom inmobiliario, la necesidad de realizar los pasos indispensables para una correcta ejecución de estos trabajos es importante pues de esto depende que todo el sistema eléctrico de las edificaciones funcione en óptimas condiciones.

Como caso práctico para poder desarrollar y dar a entender los pasos indispensables se ha tomado como referencia la instalación de 2 transformadores secos encapsulados de 1250 KVA de un proyecto que se viene ejecutando actualmente en el distrito de Miraflores, cuyo nombre es "Centro Empresarial Leuro".

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
PLANTEAMIENTO GENERAL DEL PROBLEMA	
1.1 Antecedentes y Problemática	3
1.2 Objetivos	4
1.3 Normativa Vigente	4
1.3.1 Código Nacional de Electricidad – Utilización (2006).....	4
CAPÍTULO II	
MARCO TEORICO CONCEPTUAL	
2.1 Transformador de distribución seco encapsulado de MT.....	6
2.2 Sistema eléctrico de distribución	7
2.3 Subestación de Distribución	8
2.4 Grupos de conexión	8
CAPÍTULO III	
METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO Y PRESENTACION DE PROCEDIMIENTOS	
3.1 Análisis técnico y económico de la puesta en servicio de transformadores de distribución secos encapsulados de MT	12
3.1.1 Costo por Suministro de Transformadores de 1250 KVA	14
3.1.2 Costo por Montaje de Transformadores de 1250 KVA.....	15
3.2 Procedimientos para la puesta en servicio de transformadores de distribución secos encapsulados de MT	16
3.2.1 Transporte.....	16
3.2.2 Recepción en obra	19
3.2.3 Seguridad.....	20
3.2.4 Anclaje de rieles de transformadores	21
3.2.5 Movilización y fijación de transformadores	26

3.2.6 Conexión de conductores eléctricos de MT y BT	27
3.2.7 Pruebas de rutina y coordinación con SE	34
3.2.7.1 Pruebas de inspección visual	34
3.2.7.2 Medición de resistencia de aislamiento	35
3.2.7.3 Medición de la resistencia (arrollamientos primario y secundario)	35
3.2.8 Puesta en servicio y energización	36
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
ANEXOS	
ANEXO A	39
ANEXO B	41
ANEXO C	43
ANEXO D	49
ANEXO E	53
ANEXO F	57
BIBLIOGRAFÍA	59

INTRODUCCION

El presente informe describe el procedimiento para la puesta en servicio de transformadores de distribución secos encapsulados con el fin de tener un resultado de calidad. Hoy en día el hacer un trabajo de calidad implica cumplir con todos los requerimientos que cada proyecto nos solicita. Es así que el presente informe tuvo como motivación tratar de transmitir los conocimientos básicos ganados con la experiencia laboral para poder desarrollar un documento en el cual se indiquen los procedimientos necesarios para la puesta en servicio de transformadores de distribución secos encapsulados en las edificaciones. En este informe se está tomando como equipo a desarrollar su procedimiento de puesta en servicio del transformador seco encapsulado, ya que es el más común utilizado en este sector.

Así mismo, cabe resaltar que se dará a conocer los tópicos tomando como referencia los que se emplean y se emplearán en la puesta en servicio de dos de los cinco transformadores que entrarán en funcionamiento en el edificio "Centro Empresarial Leuro" que actualmente se viene construyendo en el distrito de Miraflores.

El informe está organizado de la siguiente manera:

- Capítulo I "Planteamiento general del problema".- En el cual se describe el problema, se establecen los objetivos del trabajo, se hace una evaluación del problema y se determina el alcance del trabajo.
- Capítulo II "Marco Teórico Conceptual".- Consta de cuatro secciones: Definición del transformador de distribución seco encapsulado de Media Tensión, definición del sistema eléctrico de distribución, definición de subestación de distribución y definición de Grupos de conexión.
- Capítulo III "Metodología para el desarrollo y presentación de procedimientos".- consta del análisis técnico y económico de la puesta en servicio de 2 transformadores secos encapsulados de 1250 KVA del edificio "Centro Empresarial Leuro" que se viene construyendo en el distrito de Miraflores y que se tomó como caso práctico para plasmar

los pasos necesarios empleados en dicho proyecto. Así mismo se describen todos estos pasos desde la recepción en obra hasta la energización de ambos transformadores.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO GENERAL DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes y problemática

Actualmente nos encontramos en un boom inmobiliario que a su vez conlleva que el Sector Construcción haya emergido estos últimos años, en consecuencia, la demanda energética en el país se ha visto afectada y la necesidad ha hecho que en el Perú se estén construyendo nuevas centrales que se vienen incorporando al Sistema Eléctrico Interconectado para satisfacer dicha demanda.

Como consecuencia del desarrollo del sector Construcción es que acompañan a esta la Ingeniería eléctrica como parte del proceso de ejecución de los diversos proyectos inmobiliarios que se vienen dando en el país. Muchos de los proyectos inmobiliarios para poder satisfacer su máxima demanda solicitan energía eléctrica en Media Tensión con el único fin de ahorrar costos en el transporte de la energía desde el Punto de Diseño que otorga la "Empresa Distribución" hasta el predio donde desarrolla el proyecto.

Es así entonces que entran a tallar las Subestaciones eléctricas de transformación en las edificaciones con el objetivo de transformar la energía eléctrica que es transportada en MT (10kV, 22.9kV) para bajar el nivel de tensión a BT (220V, 380V, 440V). Estas subestaciones de transformación que es parte del proyecto, es decir, le pertenecen al dueño del proyecto, son ejecutadas (construidas) generalmente por la empresa que constructora. Como parte de la ejecución de la construcción de la Subestaciones de Transformación en este tipo de proyectos es que es indispensable **instalar y poner en servicio el Transformador de Potencia** que cumplirá con el objetivo de bajar la tensión para que puedan ser utilizadas por el cliente final.

A lo largo de este desarrollo inmobiliario hemos notado que existen empresas en el mercado que cumplen con estándares de calidad y seguridad para la ejecución de estos trabajos, pero también existen empresas que incumplen ciertos estándares que lo único que traen como consecuencia son pérdidas económicas y humanas. Por lo tanto es

necesario que las empresas que ejecuten estos trabajos cuenten con personal calificado para poder desarrollar el trabajo bajo los estándares calidad y seguridad que satisfarán al cliente y protegerán la vida de los que la ejecuten y operen.

1.2 Objetivos

El presente informe tiene como objetivo dar a conocer el procedimiento para el montaje y la puesta en servicio de los transformadores de distribución secos encapsulados de MT en edificaciones.

1.3 Normativa vigente

1.3.1 Código Nacional de Electricidad – Utilización (2006)

Este documento tiene como objetivo el darnos a conocer la información necesaria para poder ejecutar las instalaciones eléctricas de acuerdo a lo textualmente expreso a continuación que está indicado en el Código:

“...establecer las reglas preventivas para salvaguardar las condiciones de seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal, y de la propiedad, frente a los peligros derivados del uso de la electricidad; así como la preservación del ambiente y la protección del Patrimonio Cultural de la Nación.

El código también contempla las medidas de prevención contra choques eléctricos e incendios, así como las medidas apropiadas para la instalación, operación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas.

El código no está destinado a ser un compendio de especificaciones para proyectos, ni un manual de instrucciones.

Cumpliendo con las reglas del Código, utilizando materiales y equipos eléctricos aprobados o certificados y efectuando la instalación, operación y mantenimiento apropiados, con personal calificado y autorizado, se logrará una instalación esencialmente segura.”

Así mismo podemos hacer hincapié en cuanto a los alcances y obligaciones del Código que deberán respetarse de acuerdo a lo textualmente expreso en él y que a continuación se cita:

“... El Código es de cumplimiento obligatorio por toda persona natural o jurídica, nacional o extranjera, que realiza trabajos o actividades en general, que estén relacionadas con las instalaciones eléctricas de sistemas de utilización, definitivas, de emergencia, así como las de carácter temporal.

El Código es de cumplimiento obligatorio en todos los proyectos de ejecución de nuevas instalaciones eléctricas, modificaciones, renovaciones y ampliaciones, que se efectúen a partir de su entrada en vigencia.

El Código es de cumplimiento obligatorio en la industria en general, sin distinguir el nivel de potencia de las instalaciones eléctricas; complementándose con las Normas emitidas por el Ministerio de Energía y Minas, con las Normas Técnicas Peruanas y con las Normas emitidas por otras Autoridades competentes en asuntos complementarios a este tema.

El Código comprende las instalaciones y equipos eléctricos en edificios, estructuras, predios y en general toda edificación destinada a vivienda, comercio, industria, recreación o servicios, que operan o pueden operar en el rango de baja tensión hasta 1000 V, y en media tensión desde 1000 V hasta 36 000 V...” [1]

CAPITULO II

MARCO TEORICO CONCEPTUAL

2.1 Transformador de distribución seco encapsulado de MT

Los transformadores secos encapsulados son transformadores cuyos devanados se encuentran aislados mediante aire, es decir, en este caso el dieléctrico entre devanado y devanado está compuesto únicamente por aire. Así mismo, en los transformadores secos encapsulados encontramos que los devanados están envueltos con una cubierta metálica que varía de tamaño al igual que los bobinados de acuerdo su potencia nominal. Así mismo tenemos que estos transformadores secos encapsulados tienen distintos grados de protección IP, es decir, poseen protección contra polvo, agua y otras partículas mediante grados que va a depender de las especificaciones técnicas que posea el proyecto o que sea necesaria de acuerdo a la zona donde operará este equipo. Por ejemplo, si hablamos de una zona de la edificación donde estará propenso el equipo a la humedad, tendríamos que necesitar un transformador con grado de protección IP alto de tal manera que nos mitigue el riesgo de que los devanados entren en contacto con este tipo de fluido.

En la **Fig. 2.1** podemos apreciar un transformado seco encapsulado de la marca ABB cuya envolvente se encuentra abierta por una cara. **[2]**

Debemos mencionar también que en algunas ocasiones los transformadores secos importados vienen en algunos casos sin la envolvente (encapsulado) por lo que la fabricación es nacional.



Fig. 2.1 Transformadores de distribución tipo seco encapsulado – ABB

2.2 Sistema eléctrico de distribución.

Es una etapa en el transporte de la energía eléctrica generada por las centrales eléctricas, que es de responsabilidad de las empresas distribuidoras de electricidad, por ejemplo, en Lima Metropolitana tenemos a la empresa Luz del Sur en la zona Sur y este, y a Edelnor en el sector centro y norte.

En esta etapa el transporte de la energía eléctrica se da en un nivel de tensión en Media Tensión (10 kV y 22.9 kV, por ejemplo en Lima Metropolitana) y Baja Tensión (220V y 380V, por ejemplo en Lima Metropolitana). [3]

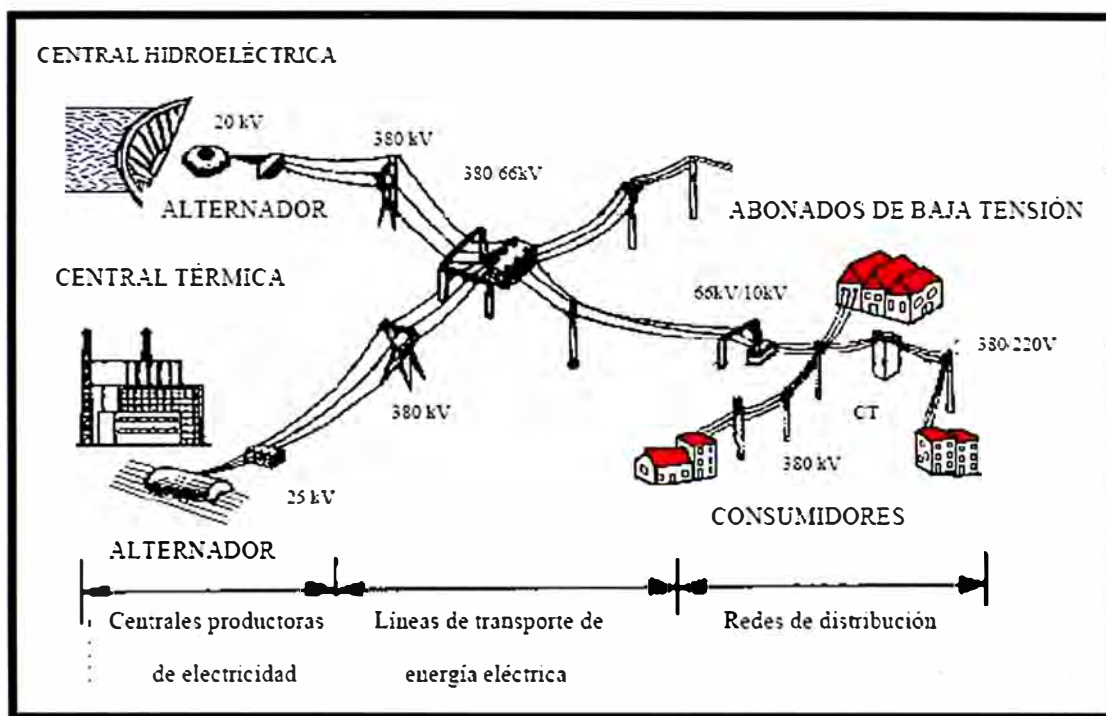


Fig. 2.2 Esquema de Red de transporte de Energía Eléctrica

2.3 Subestación de distribución.

Conjunto de instalaciones para transformación y/o seccionamiento de la energía eléctrica que le recibe de una red de distribución primaria y secundaria, instalaciones de alumbrado público, a otra red de distribución primaria, o a usuarios alimentados a tensiones de distribución primaria o secundaria. Comprende generalmente el transformador de potencia y los equipos de maniobra, protección y control, tanto en el lado primario como en el secundario.

Las subestaciones de distribución, por su forma de instalación pueden ser: Interior, Intemperie, Aérea, Compacta bóveda, Compacta pedestal, Al interior de edificios.

2.4 Grupos de conexión.

Entre los grupos de conexión típicos, tenemos como típicos a los siguientes:

Yyn0.- para transformadores distribución. El neutro puede cargarse con el 10% o durante 1,5 horas máximo con el 25 % de la intensidad nominal (conexión de bobinas de derivación a tierra).

YNyn0.- con arrollamiento de compensación para grandes transformadores de acoplamiento de redes. El neutro puede cargarse continuamente con la intensidad nominal.

YNd5.- transformadores de máquinas y principales de grandes centrales generadoras y transformadoras. El neutro puede cargarse con la intensidad nominal.

Yzn5.- para transformadores de distribución hasta aproximadamente 250 kVA para redes locales. El neutro puede cargarse con la intensidad nominal.

Dyn11.- para transformadores de distribución superiores a 315 kVA para redes locales e industriales. El neutro puede cargarse con la intensidad nominal.

li0.- para transformadores monofásicos, previstos para abastecer instalaciones ferroviarias o para grupos trifásicos con muy altas tensiones y potencias.

Seguido de los grupos de conexión típicos veremos las ventajas y desventajas de cada uno de estos tipos:

Conexión estrella - estrella (YNyn).

Inconvenientes:

- Fuertes desequilibrios de tensiones en primario con desequilibrios en la carga secundaria. Con neutro solo en secundario, el desequilibrio de tensiones en primario aún es más acusado.
- Utilizado generalmente para pequeñas potencias.

Ventajas:

Posibilidad de acceder al neutro en primario y secundario, permitiendo obtener dos tensiones, muy útil en líneas de distribución, o bien conectarse a tierra como medida de seguridad para las instalaciones.

- Son más económicos por aplicarse a cada fase una tensión $\frac{V_L}{\sqrt{3}}$ y por tanto, disminuye el nº de espiras, aunque aumenta la sección de los conductores, por circular la misma corriente de línea I_L .
- Este aumento de sección de conductores favorece la resistencia mecánica a los esfuerzos de cortocircuito.

Conexión estrella - triángulo (YNd).

Inconvenientes:

- Sin posibilidad de acceder a un neutro secundario para redes de distribución, por lo cual no podrá tampoco conectarse a una tierra de seguridad.
- No es aconsejable conectar el neutro del primario a una tierra de protección por dar lugar a la aparición de armónicos perjudiciales.
- Transformador de uso muy limitado; por ejemplo, como reductor de tensión al final de líneas.

Ventajas:

- Los desequilibrios de las cargas secundarias quedan compensadas en las tres fases del primario.

Conexión estrella - zigzag (Yz).

Inconvenientes:

- Proporciona en el secundario una tensión compuesta inferior a la que daría un transformador estrella - estrella del mismo nº de espiras en primario y secundario, por tanto, para compensar este inconveniente habrá que aumentar el nº de espiras en el secundario un 15,4% con relación al estrella - estrella con el mismo nº de espiras primario para ambos.
- Este aumento del nº de espiras secundarios da lugar a un mayor coste con relación al resto de conexiones, lo cual limita sus aplicaciones para potencias elevadas sustituyéndose para estos casos por el transformador triángulo - estrella.

Ventajas:

- No se producen desequilibrios en el primario cuando aparecen cargas desequilibradas en secundario.
- Permite distribuir el neutro al igual que la conexión estrella, siendo de aplicación para redes de distribución que suministren dos tensiones.

Conexión triángulo - triángulo (Dd).

Inconvenientes:

- No dispone de salida de neutro, tanto en el primario como en el secundario, con la consiguiente limitación de su utilización.
- Cada bobinado debe soportar la tensión de red (compuesta), con el consiguiente aumento del número de espiras.

Ventajas:

- Los desequilibrios motivados por las cargas secundarias se reparten entre las fases del primario, evitando los desequilibrios de los flujos magnéticos.
- Cuando han de circular corrientes elevadas, por cada fase sólo circulará $\frac{I_L}{\sqrt{3}}$, lo que permitirá disminuir la sección de los conductores.

Conexión triángulo - estrella (Dyn).-

Inconvenientes:

- Prácticamente no tiene inconvenientes, aunque su utilización ha de ser adecuada a sus características; por ejemplo, muy empleado como elevador al principio de línea y no al final, ya que cada devanado primario ha de soportar la tensión entre fases de la red.

Ventajas:

- Al producirse una asimetría en la carga, no motiva asimetría del flujo, por producirse un reparto entre las tres columnas del primario.

- Puede distribuirse el neutro en su secundario siendo muy utilizado para redes de distribución con dos tensiones. No se aconseja conectar el neutro a tierra en las líneas de transporte.
- La posibilidad de tener un neutro accesible, permite ponerlo a tierra con protección de la instalación.
- Las ventajas anteriores y sus escasos inconvenientes motivan la utilización de este transformador tanto en transporte como en distribución de energía. **[4]**

CAPITULO III

METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO Y PRESENTACION DE PROCEDIMIENTOS

Para poder hacer el análisis y el desarrollo del presente informe tomaremos como caso práctico, el montaje 2 (dos) de los 5 (cinco) transformadores de distribución secos encapsulados que se encuentran en la Subestación No 1 del proyecto "Centro Empresarial Leuro" que se encuentra actualmente en proceso de construcción, ubicada entre la Av. Benavides y Av. Paseo de la República, en el distrito de Miraflores.

Este proyecto consiste en la construcción de un edificio de oficinas de 17 pisos de altura, con niveles de oficinas de planta libre, y un piso mecánico en la azotea, donde se instalarán los sistemas centrales de climatización y maquinaria de ascensores.

Para este proyecto se ha solicitado dos suministros en Media Tensión para la alimentación al predio en Media tensión desde el punto de diseño del Concesionario ubicado en su Subestación 183S. La alimentación se ha considerado directamente enterrada desde ese punto hasta las Subestaciones ubicadas en el Sótano 1 y la Azotea.

En el **ANEXO A** se presenta el diagrama unifilar que corresponde a la SE No 1.

Esta subestación No 1 abastece de energía normal a las oficinas luego de bajar el nivel de tensión de 22.9 kV a 0.38kV.

Ver **ANEXO B** para apreciar las características de las celdas de transformación de 1250 KVA solicitadas por el proyecto.

A continuación se desarrollará el análisis técnico económico de la instalación y puesta en servicio de los 2 transformadores del proyecto en mención tomado como caso práctico:

3.1 Análisis técnico y económico de la puesta en servicio de transformadores de distribución secos encapsulados de MT

Para poder hacer un análisis técnico y económico, tenemos que tener claro las especificaciones técnicas del proyecto. El analizar con profundidad estas especificaciones técnicas nos permitirán hacer una compra de estos suministros acorde con lo solicitado por el proyecto así como el costeo del correcto procedimiento de instalación.

Las características a las cuales nos debemos ceñir se encuentran en el **ANEXO B** (Potencia Nominal del transformador, tensiones primaria y secundaria, grupo de conexión, etc.).

Como datos relevantes en el análisis técnico podemos tocar los siguientes puntos:

- **Nivel de tensión en el lado secundario (lado de BT) de los transformadores secos encapsulados de 1250 KVA:** cómo podemos apreciar en el lado de Baja Tensión se tiene un tensión entre líneas de 380 V lo cual nos da como opción el utilizar la tensión en 220 V entre las fases y neutro para brindar energía para algunos de los equipos a instalar.
- **Factor K-4 de los transformadores secos encapsulados de 1250 KVA:** como sabemos los transformadores con factor K están proyectados para reducir los efectos del calentamiento de las corrientes armónicas creadas por cargas no lineales como por ejemplo reactores de iluminación, accionamientos y control de motores, equipos de comunicaciones, y otras cargas de la motorización DC. La naturaleza no lineal de las fuentes de alimentación de modelos por conmutación por sistemas de estado sólido que generan corrientes armónicas a la vez generen pérdidas adicionales que hacen que el transformador (algunas de estas pérdidas son profundas en el bobinado y algunos están más cerca de la superficie) y el neutro del sistema sobrecalienten y destruyan a sí mismos.

Para este caso particular el transformador con factor K-4 debe estar diseñado para suministrar los 1250 KVA nominal, sin sobrecalentar, a una carga consistente del en 100% de la frecuencia normal de 60 Hertz, corriente sinusoidal en la fundamental, además de:

- 16% de la fundamental con la 3ª corriente armónica;
- 10% de los fundamentales, como 5ª;
- 7% de los fundamentales como 7ª;
- 5,5% de los fundamentales como el 9ª y
- porcentajes menores a través de la 25ª armónica.

El "4" indica su capacidad para soportar cuatro veces las pérdidas de la corriente "Eddy" o parásitas de un transformador de K-1 (**K-1:** Esta es la evaluación de cualquier transformador convencional que está diseñado para soportar a los efectos del calentamiento de las pérdidas normales y las pérdidas adicionales por corrientes parásitas resultantes de 60 Hertz, con el transformador cargado con corriente sinusoidal. Esta unidad puede o no estar diseñado para soportar el calentamiento adicional de los armónicos en su corriente de carga)

A continuación se lista algunos equipos que utilizaremos gracias al transformador de 1250 KVA con factor K-4 que se instalará:

TABLA N° 3.1 Equipos especiales a utilizar

	CARGA
1	Iluminación con lámparas de descargas
2	UPS con opcional de filtro de entrada
3	Máquinas de Soldadura
4	Equipos de calentamiento por inducción
5	PLCs y controles de estado sólido (otros allá de los drives variadores de velocidad).

- **Conexión estrella-estrella de los transformadores secos encapsulados de 1250 KVA:** como ya se mencionó en un capítulo anterior la ventaja más importante de utilizar este tipo de conexión es que tenemos la opción de utilizar 2 niveles distintos de tensión en el lado primario y secundario. Para nuestro caso particular en el lado secundario (Baja Tensión) se obtiene una tensión entre líneas de 380 V y entre línea y neutro 220 V. Gracias a este tipo de conexión podemos suministrar de energía eléctrica a equipos de fuerzas especiales como unidades de aire acondicionado que generalmente vienen con un nivel de tensión nominal de 380V y también podemos suministrar de energía eléctrica a equipos con tensión comercial de 220 V como es el caso de sistemas de iluminación, tomacorrientes y otros equipos necesarios para satisfacer las necesidades de los usuarios finales.
- **Neutro conectado a tierra en lado de primario y secundario de los transformadores secos encapsulados de 1250 KVA:** en este caso como el neutro tanto del lado primario como secundario están conectados a tierra las corrientes homopolares pueden circular, las tensiones de fase permanecen equilibradas y existe una circulación de corriente armónica de tercer grado en la red. [5] [6]

Así mismo para un mejor análisis económico separaremos el costeo en 2 partes:

3.1.1 Costo por Suministro de Transformadores de 1250 KVA.

Para poder costear el suministro de los transformadores se solicitaron cotizaciones de proveedores que comercialicen estos transformadores de tal manera que tengan un fiel cumplimiento con las especificaciones técnicas. El postor ganador en este proyecto fue la empresa **SCHNEIDER ELECTRIC-PERU** cuyo costo se realizó por todos los equipos de la Subestación No 1 incluyendo las Celdas y Transformadores (ver **ANEXO C**). De todo el costo indicado en dicho anexo, en la **TABLA N° 3.2** se muestra el resumen de lo que se tomará en cuenta para el análisis económico.

TABLA N° 3.2 Resumen de propuesta económica de Transformadores

RESUMEN				
Cantidad	Referencia	Descripción	Importe unitario US\$	Importe total US\$
2	TRIHAL 1250 KVA	Transformador Trifásico Tipo Seco "Autoextinguible" con bobinados de aluminio encapsulados y moldeados al vacío en una resina epoxy que contiene una carga activa (Aluminotrihidratada). Modelo TRIHAL de 1250 KVA, 22.9/0.38 KV, 60 Hz, AN, IP00, YNyn6, Zcc (%)=6%.	US\$ 26,785.71	US\$ 53,571.43
2	-	Envoltorio metálica IP31 para transformador TRIHAL de 1250 KVA	US\$ 2,476.00	US\$ 4,952.00
				US\$58,523.43

Como podremos apreciar en este resumen de la cotización general se está incluyendo el costo por el suministro de los transformadores secos de 1250 KVA por separado de las envolventes metálicas que en este caso harían el papel de encapsulamiento de los transformadores secos. Así mismo cabe resaltar que el proveedor está considerando un grado de protección IP 31 para el encapsulamiento que está de acuerdo a lo requerido por las especificaciones técnicas del proyecto.

3.1.2 Costo por Montaje de Transformadores de 1250 KVA.

La instalación y puesta en servicio de los transformadores para este proyecto se llevará a cabo por la empresa **PROYESEL E.I.R.L.**

En la **TABLA N° 3.3** se muestra el resumen del costo por estos trabajos a realizar; los análisis de Precios Unitarios y más detalle se muestran en el **ANEXO D**.

Como podemos apreciar en la oferta económica no solo se muestran los costos a incurrir por el montaje (Mano de Obra) sino que también se aprecia los costos por subcontratos que se harían para poder llevar a cabo las maniobras de movilización e izaje hacia las ubicaciones finales de los transformadores secos encapsulados de 1250KVA en el sótano 1 del edificio, así mismo también se muestran los costos a de las pruebas eléctricas de MT para la cual se contratará una empresa especializada en este tipo de pruebas.

Los gastos generales fueron calculados en base al tiempo de ejecución del montaje y puesta en servicio de ambos transformadores secos encapsulados de 1250 KVA por la empresa contratista que en este caso es de 1 semana efectiva para terminar los trabajos.

TABLA N° 3.3 Resumen de propuesta económica de Instalación de transformadores

Partidas de Instalaciones Eléctricas

PROYECTO : CENTRO EMPRESARIAL LEURO 2º ETAPA
 LUGAR : MIRAFLORES - LIMA
 FECHA : noviembre 2013

Item	Descripción	Unid	Metrado	P.Unitario	P.Parcial
01	INSTALACIONES ELÉCTRICAS				
01.01	Sistema de Utilización MT 22.9KV				
01.01.01	Equipos S.E M.T				
01.01.01.01	Celda 1: Llegada y Protección SE N°1	und.	1.00	S/. 839.53	S/. 839.53
01.01.01.02	Celda 2: Salida T1 SE N°1	und.	1.00	S/. 801.37	S/. 801.37
01.01.01.03	Celda 3: Salida T2 SE N°1	und.	1.00	S/. 839.53	S/. 839.53
01.01.01.04	Celda de transformación T1 (Transformador 1250 KVA)	und.	1.00	S/. 1,836.92	S/. 1,836.92
01.01.01.05	Celda de transformación T2 (Transformador 1250 KVA)	und.	1.00	S/. 1,836.92	S/. 1,836.92
01.01.01.06	Equipos de Protección y Maniobra	glb.	1.00	S/. 4,320.00	S/. 4,320.00
01.01.01.07	Movilización e izaje de Transformadores y celdas	glb.	1.00	S/. 7,325.00	S/. 7,325.00
01.01.01.08	Pruebas Eléctricas MT	glb.	1.00	S/. 4,079.78	S/. 4,079.78
	TOTAL COSTO DIRECTO				S/. 21,879.06
	GASTOS GENERALES			10.21%	S/. 2,233.85
	UTILIDAD			3.79%	S/. 829.22
	SUBTOTAL				S/. 24,942.13
	IGV			18.00%	S/. 4,489.58
	TOTAL				S/. 29,431.71

3.2 Procedimientos para la puesta en servicio de transformadores de distribución secos encapsulados de MT

A continuación se detallará las etapas que se debe tener presente para la correcta puesta en servicio de los transformadores de distribución secos encapsulados:

3.2.1 Transporte

En esta etapa se debe tener en presente el lugar de procedencia de los transformadores, para nuestro caso práctico los 2 transformadores de potencia nominal de 1250 KVA modelo TRIHAL marca Schneider son de procedencia francesa, por lo que se tuvieron que enviar **vía marítima** a Perú.

Previo al embarque de estos transformadores en Francia, se envió a Perú un **ACUSE DE RECIBO** vía correo electrónico, en el que se detallaba las características físicas y eléctricas de los equipos, aquí se pueden apreciar algunas características relevantes para el transporte como las que se muestran en las figuras **Fig. 3.1**, **Fig. 3.2**, **Fig. 3.3** y **Fig. 3.4** (para mayor detalle ver **ANEXO E**).

Cabe recalcar que la aprobación de este **ACUSE DE RECIBO** compete a todas las partes involucradas, ya que hasta la empresa encargada del montaje debe cerciorarse de que

los equipos importados deberán ser los correctos de acuerdo a lo estipulado por las Especificaciones Técnicas del proyecto.

Datos del cliente quien solicitó el producto y fechas de pedido.

ANEXO DEL ACUSE DE RECIBO 907223 / 212811 Pagina 1/3

Cliente	: 106290 SCHNEIDER ELECTRIC PERU	
Orden	: 906907 part. 2	FECHA DEL PEDIDO: 19-03-2014

País concernado o cliente	:	Perú
Norma	:	CEI 60076-1 o 60076-11
Tipo de producto	:	Transformador seco encapsulado
Nombre del producto	:	Trihal
Instalación	:	Interior
Temperatura ambiente maxi (°C)	:	40
Temp. ambiente medie diara °C	:	30
Temp. ambient media anual (°C)	:	20
Temperatura ambiente mini (°C)	:	-25
Altitud maxi (m)	:	Inferior a 1000 m
Frecuencia (Hz)	:	60
Pantalla electrostatica	:	No

Fig. 3.1

País de destino y tipo de producto.

Potencia nominal asignada.

Características eléctricas del Equipo.

Piego de condiciones cliente	:	No
Potencia asignada	:	1250
Refrigeracion 1er tipo	:	AN
Numero fases	:	Trifásico
Funcionamiento	:	Reductor
Alta tensión asignada AT1	:	22900
Modo de regulacion	:	Por puentes de conexion
Regulacion sur AT1 pos. 1 (+)	:	2.5 %
Regulacion sur AT1 pos. 2 (+)	:	5 %
Regulacion sur AT1 pos. 1 (-)	:	2.5 %
Regulacion sur AT1 pos. 2 (-)	:	5 %
Tension ensayo choque AT (kV)	:	125
Tens. aplicada frec. ind HT kV	:	50
Nivel aislamiento AT (kV)	:	24
Baja tension BT1 (V)	:	380
Nivel aislamiento BT (kV)	:	1.1
Tens. aplicada frec. ind BT kV	:	10
BT en carga o en vacio	:	En vacio
Acoplamiento AT1/BT1	:	YNyn06
Tension de cortocircuito Ucc %	:	6
Tipo UCC	:	Teorico
Naturaleza de los anollamien	:	Aluminio/Aluminio

Fig. 3.2

Características eléctricas del Equipo.

Tensión de conexión Ucc %	:		
Tipo UCC	:		Teórico
Naturaleza de los anollamien	:		Aluminio/Aluminio
Nivel de pérdidas	:		Normal
Perdidas en vacío Po (W)	:	2450	
Temp. de referencia Pcc/Ucc °C	:	120	
Perdidas en carga Pk (W)	:	12500	
Tolerancia	:		IEC 60076-11 Tolerancias
Max. Tol. en las perd. Individ	:	15	
Max. Tol. en las perd. totales	:	10	
Clase termica	:	F	
Calentamiento arrollamientos K	:	100	
	:	80	
Factor K	:	04	

Fig. 3.3

Dimensiones del Equipo y características de empaque.

Longitud (mm)	:	2250	
Ancho	:		Approximado
Ancho (mm)	:	1220	
Altura	:		Approximado
Altura (mm)	:	2400	
Peso total	:		Aproximadas
Peso total (kg)	:	2930	
Embalaje	:		Caja llena SEI4c
Calidad de la madera	:		Madera fumigada
Marcado del embalaje	:		Si
Piezas de recambio asociadas	:		No
Control del material embalado	:		No

Fig. 3.4

Luego de haber revisado la información del ACUSE DE ENVIO, se validó la información aquí en Lima-Perú, para que se proceda con el embarque. Los transformadores una vez llegados al puerto de Perú se procedieron a transportar a la planta de la empresa que los vendió. Una vez llegado a su almacén se procedió a transportar a obra mediante un tráiler con plataforma.

3.2.2 Recepción en obra

Para la recepción en obra se tuvo que tener en cuenta el espacio inicial en donde se recibiría a los transformadores, así mismo se tuvo que contratar una empresa que se encargue de realizar las maniobras de descarga desde la plataforma hasta su punto de de descarga inicial, en este caso en el 1^{er} Nivel del Edificio.



Fig. 3.5 (Foto de transformadores llegando a obra)

Una vez descargados los transformadores en el punto inicial de recepción se procede a revisar que las características indicadas en el ACUSE DE ENVIO de acuerdo al **ANEXO E** y lo cotizado por el suministro de acuerdo al **ANEXO C**. Corroborados las especificaciones de lo indicado anteriormente faltaría únicamente movilizar los transformadores hacia su punto final, previo a lo cual deberemos de elaborar un

Procedimiento Escrito de Trabajo (PET) tanto para la movilización desde el punto inicial al final en la SE N°1 como para el anclaje de riel, movilización y fijación de transformadores, conexión de conductores eléctricos, pruebas y puesta en servicio.

3.2.3 Seguridad

Como ya antes se indicó en este punto hablaremos acerca de la seguridad en todas las actividades que incluye la instalación de ambos transformadores de 1250 KVA. Como primer paso, lo que se hará es identificar dichas actividades, las cuales son las siguientes:

- a) Anclaje de riel de ambos transformadores de 1250 KVA.
- b) Movilización y fijación de ambos transformadores en lugar definitivo de instalación (SE No 1).
- c) Conexión de conductores eléctricos de MT y BT.
- d) Pruebas de rutina y coordinación.
- e) Puesta en Servicio.

Lo que haremos a continuación será describir de que constan cada componente de los Procedimientos Escritos de Trabajo (PET) en general para luego detallar por cada actividad de las antes ya mencionadas.

Todos los PET se compone de:

i) Objetivos.

Aquí se describen los objetivos que se desean lograr, basado en los procedimientos de trabajo seguro.

ii) Alcance.

Aquí se indica el contenido de lo que abarca el desarrollo del Procedimiento Escrito de Trabajo.

iii) Definiciones.

Aquí se indican algunas definiciones relevantes del contenido del procedimiento escrito de trabajo. Es decir, definiciones que serán de utilidad para poder entender el PET.

iv) Responsabilidades.

En esta parte se indican los profesionales responsables que intervienen en esta actividad.

v) Riesgo laboral a evitar.

Aquí se analizan los riesgos laborales los cuales se ven afectas las actividades descritas en cada PET.

vi) Desarrollo.

Aquí se hace el desarrollo de la actividad paso a paso de acuerdo.

vii) Recursos.

Aquí se detallan los recursos de mano de obra, materiales y herramientas necesarias para ejecutar la actividad satisfactoriamente.

viii) Equipos de Protección Personal (EPP).

Aquí se listan los equipos de protección personal que son necesarios para poder ejecutar la actividad sin poner en riesgo la integridad física de los obreros.

Como consecuencia del desarrollo de los Procedimientos Escritos de Trabajo tenemos a continuación el desarrollo de los componentes para cada actividad a realizar.

3.2.4 Anclaje de rieles de transformadores

El anclaje de rieles de los transformadores es el inicio del proceso de la instalación de estos en su ubicación final para luego comenzar a realizar las conexiones eléctricas y finalmente su puesta en servicio.

Para nuestro caso práctico como parte del anclaje de las rieles de los transformadores de 1250 KVA se debe tener en cuenta las dimensiones y especificaciones, así como los detalles de arquitectura del cuarto eléctrico donde irán ubicados. A continuación se muestran los planos, elevaciones y detalles de dicho cuarto:

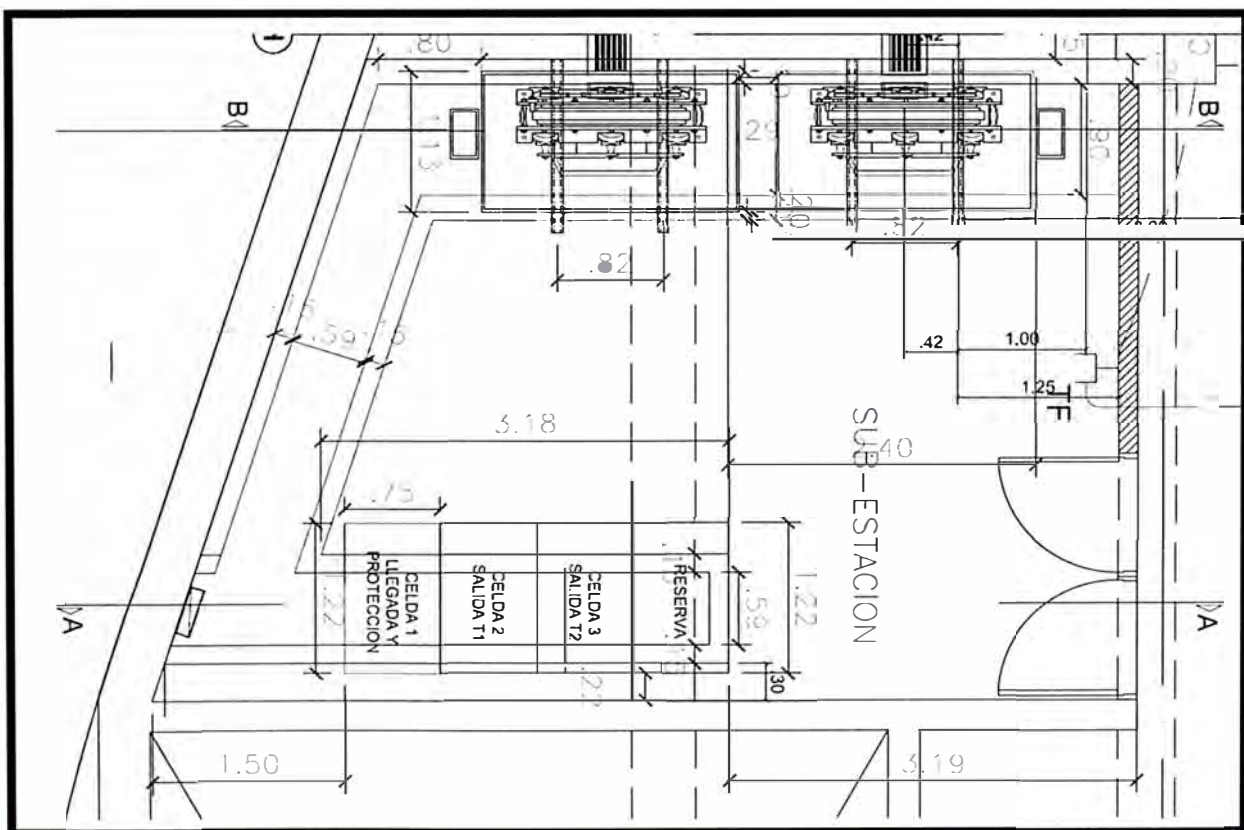


Fig. 3.6 (Plano de planta de Cuarto Eléctrico SE No 1)

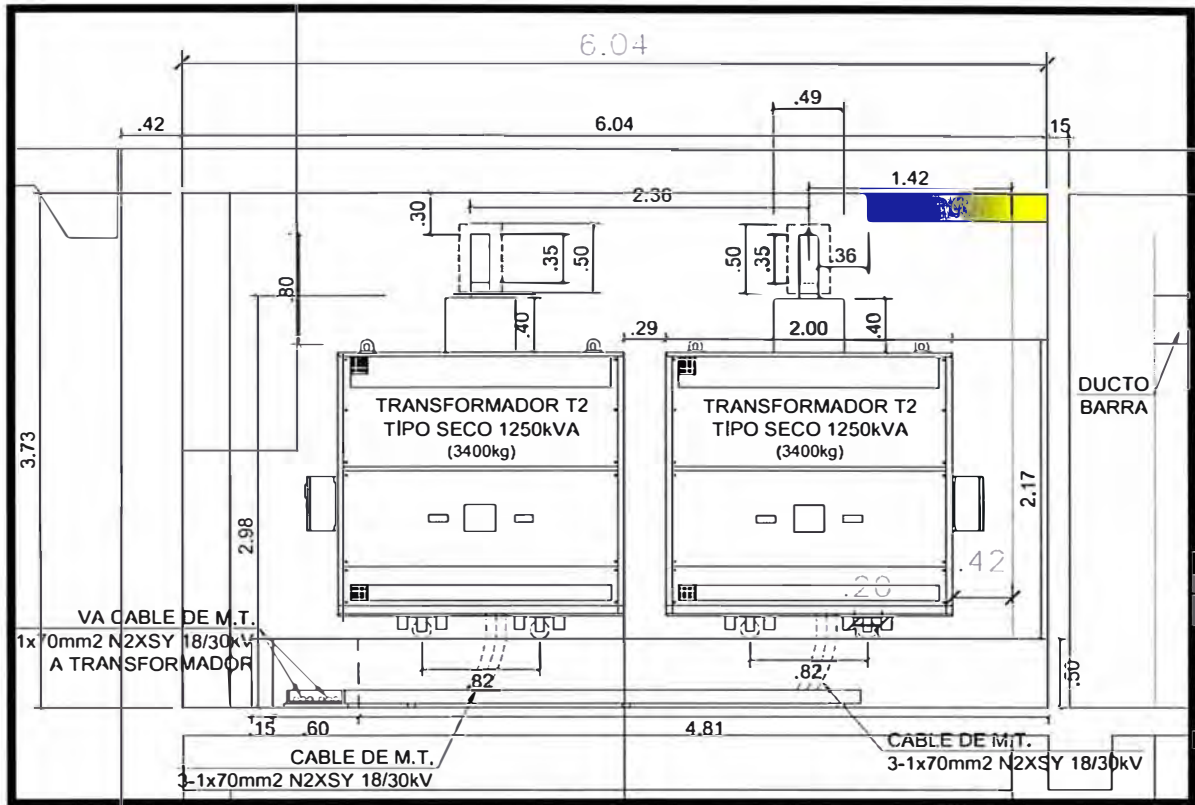


Fig. 3.7 (Elevación Frontal de transformadores de 1250 KVA)

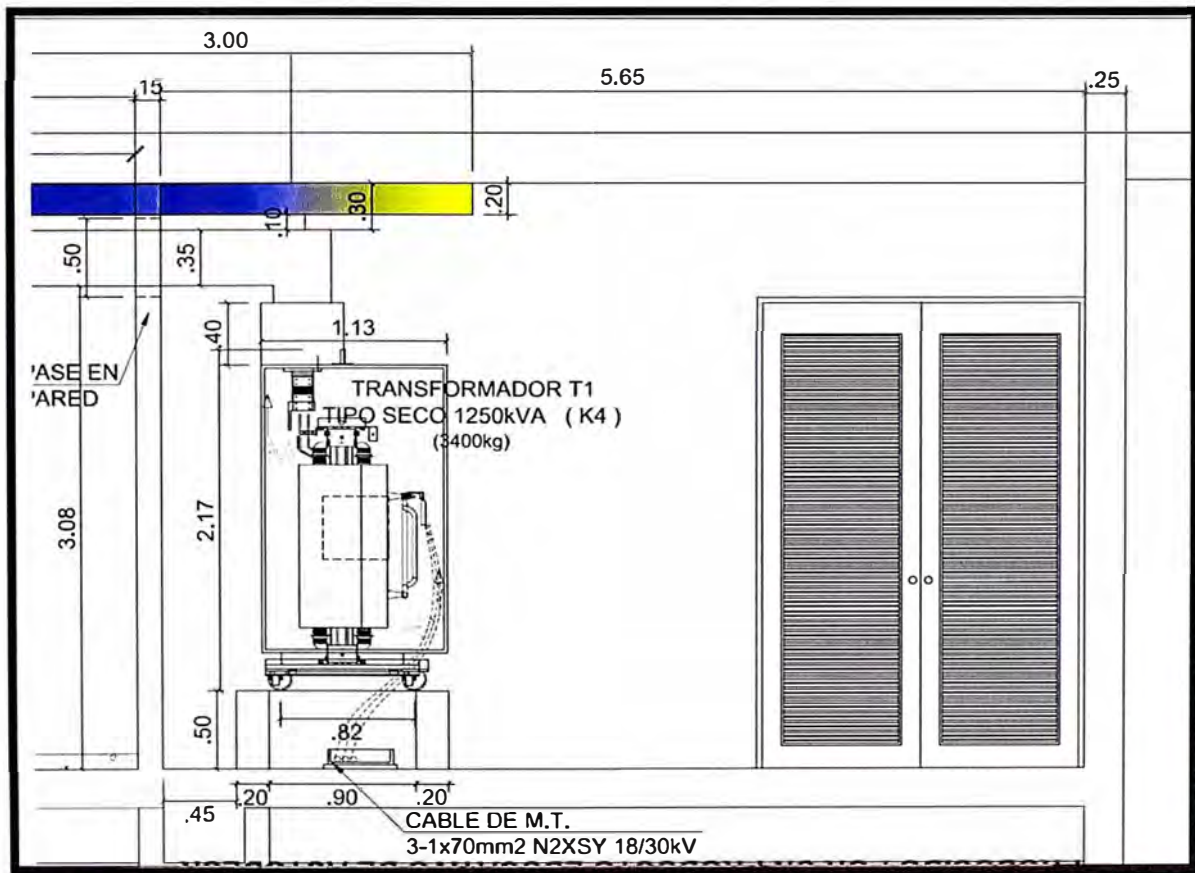


Fig. 3.8 (Elevación lateral de transformadores de 1250 KVA)

Visto el cuarto eléctrico donde irán ubicados. A continuación se mostrará los detalles exigidos por el proyecto para la fabricación e instalación de los rieles:

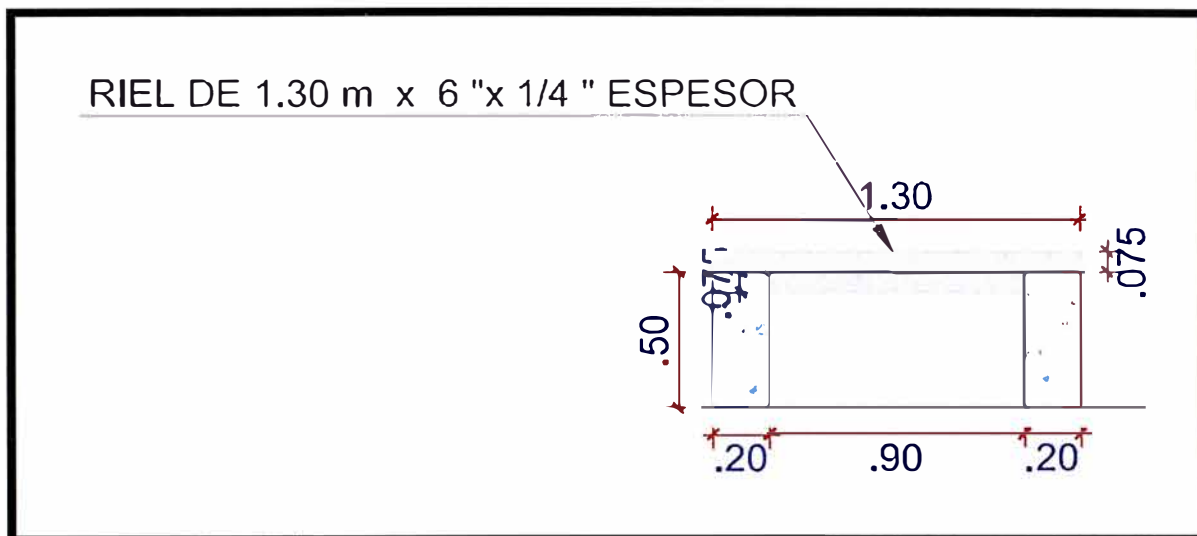


Fig. 3.9 (Detalle N° 1 de riel especial para Transformadores de 1250 KVA)

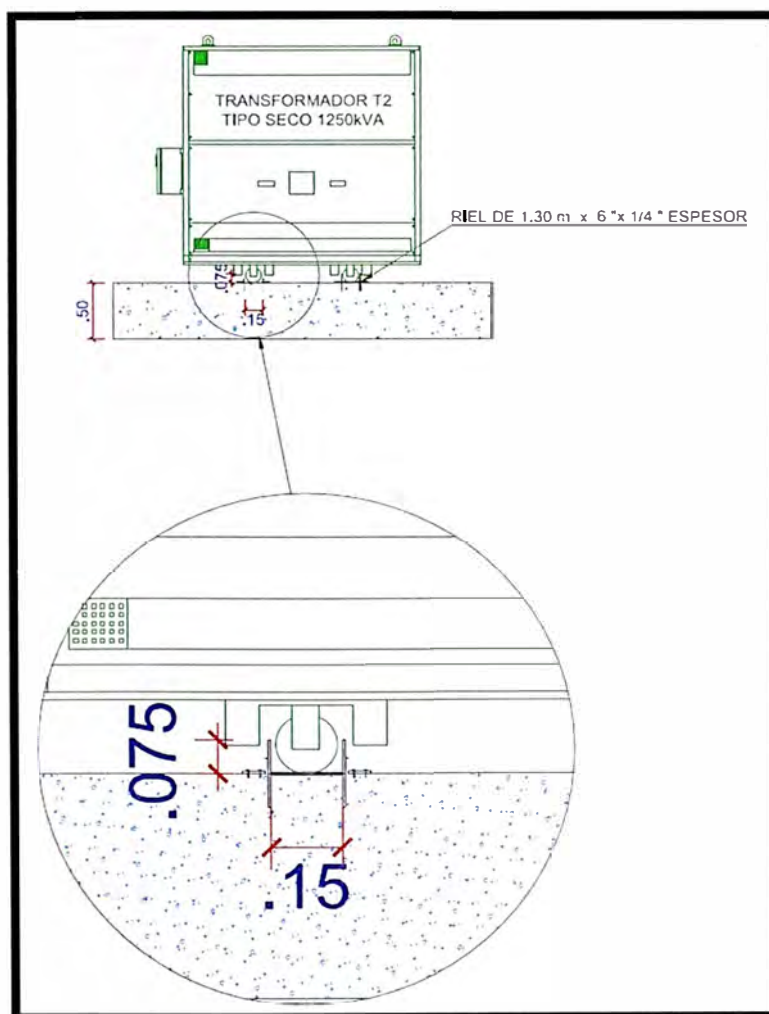


Fig. 3.10 (Detalle N° 2 de riel especial para Transformadores de 1250 KVA)

Una vez visto los detalles tanto de arquitectura como de fabricación de las rieles se procede a la fabricación para su posterior instalación. En nuestro caso práctico se mandaron a hacer 2 pares de rieles, es decir, 2 rieles por cada transformador. Para el anclaje de estos rieles se utilizaron los siguientes materiales y herramientas:

- 8 pernos de 1/2"x1 1/2" electrozincados.
- 8 arandelas de 1/2" electrozincadas.
- 8 tacos de expansión de 1/2"x2"
- Llaves francesas 1/2".
- 2 rieles de acuerdo a las especificaciones.
- 1 Taco de madera de 2"x2"
- 1 comba.
- 1 rotomartillo de 3.5 kg.
- 1 broca para concreto de 5/8"
- 1 punzonador.

Como primer paso para la instalación de estas rieles se procede a trazar con un plumón indeleble la ubicación de éstas en las cunetas de concreto, vale decir, los puntos en los cuales se instalarán los tacos de expansión que servirán para fijar los pernos que anclaran la riel en su ubicación final. Todo esto de acuerdo a la ubicación indicada en los planos de planta y detalles de arquitectura mostrados en las figuras **Fig. 3.6**, **Fig. 3.7** y **Fig. 3.8**.

Una vez trazada la ubicación donde se instalarán los rieles, se procede a perforar con la ayuda del taladro y la broca de metal los orificios donde se instalarán los tacos de expansión de 1/2"x2".

Luego de perforar los orificios se procede a instalar los tacos de expansión con la ayuda del punzonador y la comba.

Una vez instalado los tacos de expansión se procede a sentar las rieles en su lugar trazado; en caso de haber dificultad para su entrada en la cuneta, con la ayuda de un taco de madera de 2"x2" y una comba se golpea ligeramente de tal manera que quede en su ubicación final ya trazada.

Finalmente instalado ya los tacos de expansión y ubicadas las rieles se procede a fijarlas con los pernos de 1/2"x1 1/2" con la ayuda de la llave francesa. Se muestra a continuación como es que queda la instalación de los rieles en su ubicación final de acuerdo a las figuras **Fig. 3.11**, **Fig. 3.12** y **Fig. 3.13**.

Para mayor apreciación de los detalles, cortes y elevaciones ver el **ANEXO F**.



Fig. 3.11 (Foto 1 - Ubicación final de rieles)



Fig. 3.12 (Foto 2 - Ubicación final de rieles)



Fig. 3.13 (Foto 3 - Ubicación final de rieles)

3.2.5 Movilización y fijación de transformadores

Esta etapa de la ejecución de la puesta en servicio de los transformadores consiste básicamente en movilizar los equipos entregados por el proveedor ubicados desde su ubicación inicial, para nuestro caso práctico, desde el piso No 1 que fue donde se dejaron hacia la Subestación No 1 ubicada en el sótano 1.

De acuerdo a las características citadas en el **ANEXO E**, el peso de cada transformador a movilizar es de aproximadamente 2930 Kg. por lo que su manipulación se torna un tanto compleja debido al tamaño y al peso.

Para poder realizar la movilización de estos equipos se tuvo que utilizar equipos MONTACARGAS que sean capaces de soportar el peso de los transformadores. Los recursos que se utilizaron para poder realizar esta movilización fueron:

- Personal de maniobra.
- 2 Montacargas de 3 Toneladas
- 2 gatas hidráulicas.
- Tacos de madera.
- 2 Tirfor.
- 2 Lingas de acero.
- Polines.

El transporte de los transformadores se realizó de acuerdo a lo que se aprecia en la **Fig. 3.14**.



Fig. 3.14 (Foto 1 – Movilización de Transformador de 1250 KVA)

Como paso final una vez ya trasladados los transformadores al Sótano 1 lo más cercano a la SE No 1, se ubicaron los transformadores en su posición final sobre las rieles de acuerdo al detalle mostrado en la **Fig. 3.6**, **Fig. 3.7** y **Fig. 3.8**.

En las figuras **Fig. 3.15**, **Fig. 3.16**, **Fig. 3.17**, **Fig. 3.18** y **Fig. 3.19** se aprecia cómo se ubicó en su posición a los transformadores.

Una vez ubicados en sus posiciones finales ambos transformadores de 1250 KVA quedaría terminada esta etapa del procedimiento de puesta en servicio.

Cabe resaltar que para poder llevar a cabo esta etapa correctamente es necesaria la verificación del funcionamiento óptimo de las máquinas corroborando los certificados de operatividad de las mismas avaladas por una empresa de prestigio.

3.2.6 Conexión de conductores eléctricos de MT y BT

Esta etapa consiste en realizar la interconexión eléctrica y mecánica del sistema de BT



Fig. 3.15 (Foto 1 – Maniobra de Transformador de 1250 KVA)



Fig. 3.16 (Foto 2 – Maniobra de Transformador de 1250 KVA)

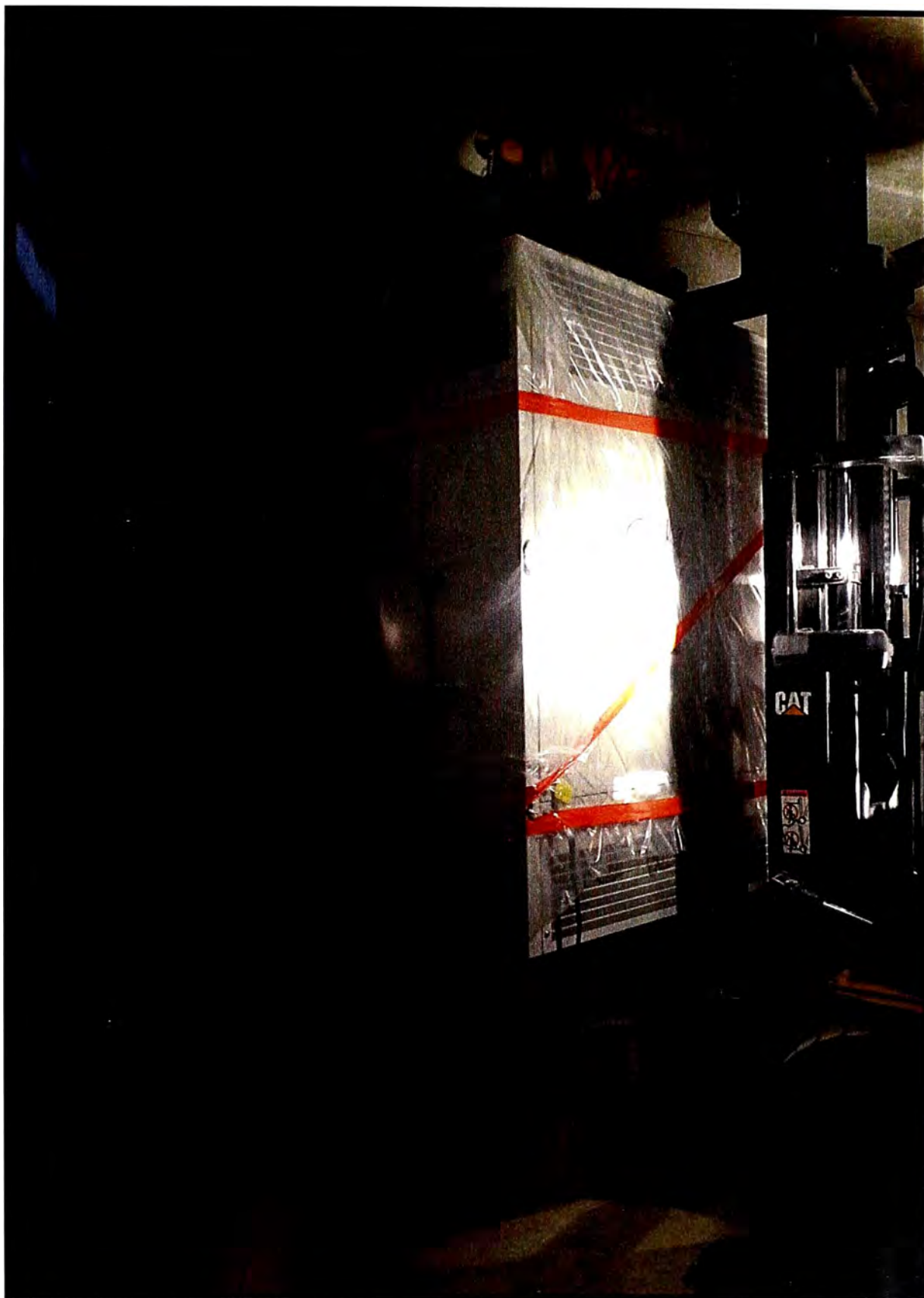


Fig. 3.17 (Foto 3 – Maniobra de Transformador de 1250 KVA)



Fig. 3.18 (Foto 4 – Ubicación final de transformadores de 1250 KVA)



Fig. 3.19 (Foto 5 – Ubicación final de transformadores de 1250 KVA)

del edificio y el sistema de MT, es decir, instalar los cables eléctricos de MT desde las celdas de remonte y salida hacia los bornes de MT de cada transformador de 1250 KVA y así mismo instalar los cables eléctricos desde los bornes de BT de cada transformador de 1250 KVA hacia los tableros generales.

Para poder entender mejor las conexiones que se realizaron en nuestro caso práctico se muestran los diagramas unifilares en las figuras **Fig. 3.20** y **Fig. 3.21**.

Luego de ver los diagramas unifilares de las conexiones que se harán podremos tener más claro que tanto para el lado de BT como para el lado de MT de cada transformador de 1250 KVA se tendrán que hacer conexiones mecánicas y eléctricas con el fin de garantizar la correcta transferencia de energía y conversión de la misma gracias a cada transformador.

Previo a la conexión mecánica y eléctrica de los cables a cada transformador, debemos realizar pruebas de resistencia de aislamiento entre las líneas de los cables instalados tanto para el lado de BT como para el lado de MT. Estas pruebas se realizan con un instrumento llamado Megóhmetro, con esto garantizamos que luego del proceso de cableado no se haya dañado la chaqueta de los cables y así no hayan fugas de corrientes lo que a posteriori podría traer como consecuencia fallas eléctricas en el sistema a energizar.

Para hacer las conexiones de los cables eléctricos de MT en los bornes de MT, debemos tener en cuenta que se utilizarán juegos de terminales tipo corto que se instalarán de acuerdo a lo que apreciamos en la figura **Fig. 3.22**.

De igual manera para realizar las conexiones de los cables eléctricos de BT en los respectivos bornes de cada transformador se utilizarán terminales de compresión y mangas termocontraíbles que servirán como aisladores tal como se muestra en las figuras **Fig. 3.23** y **Fig. 3.24**.

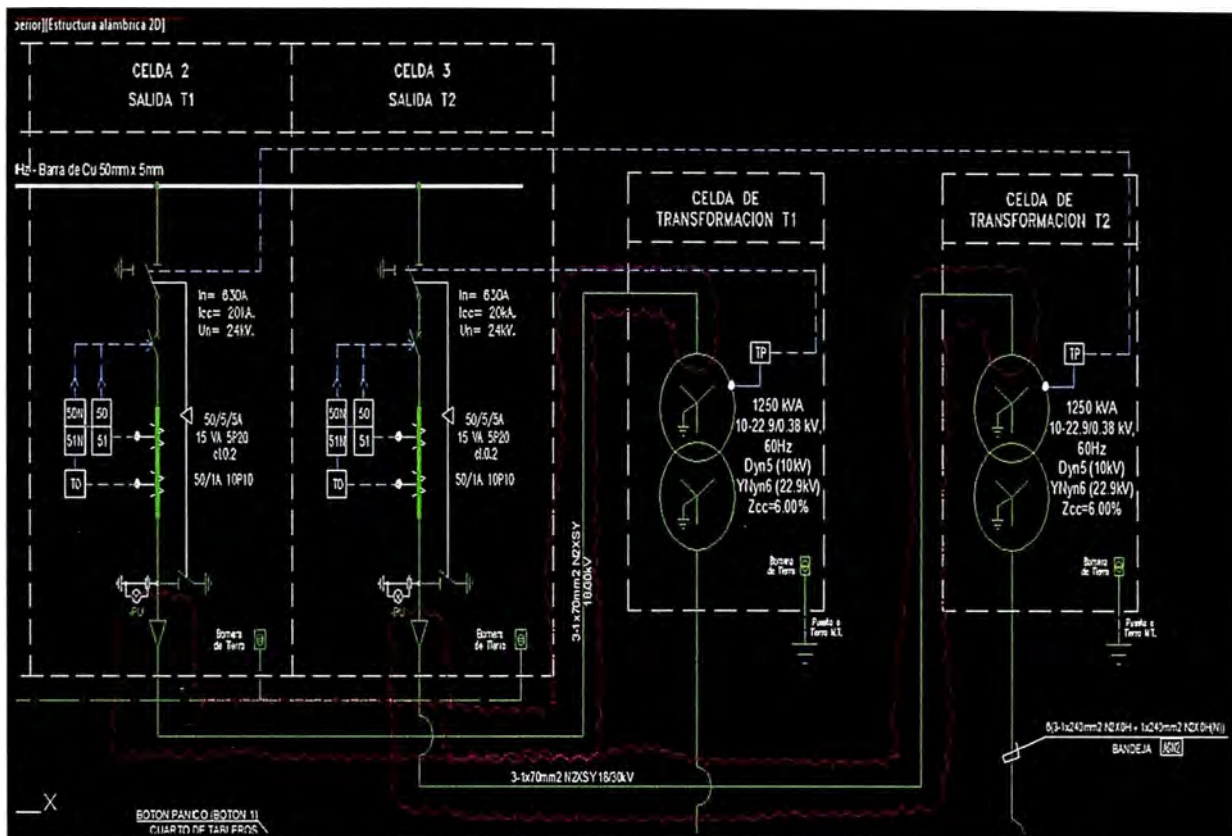


Fig. 3.20 (Diagrama Unifilar conexión Celdas MT con Transformadores MT)

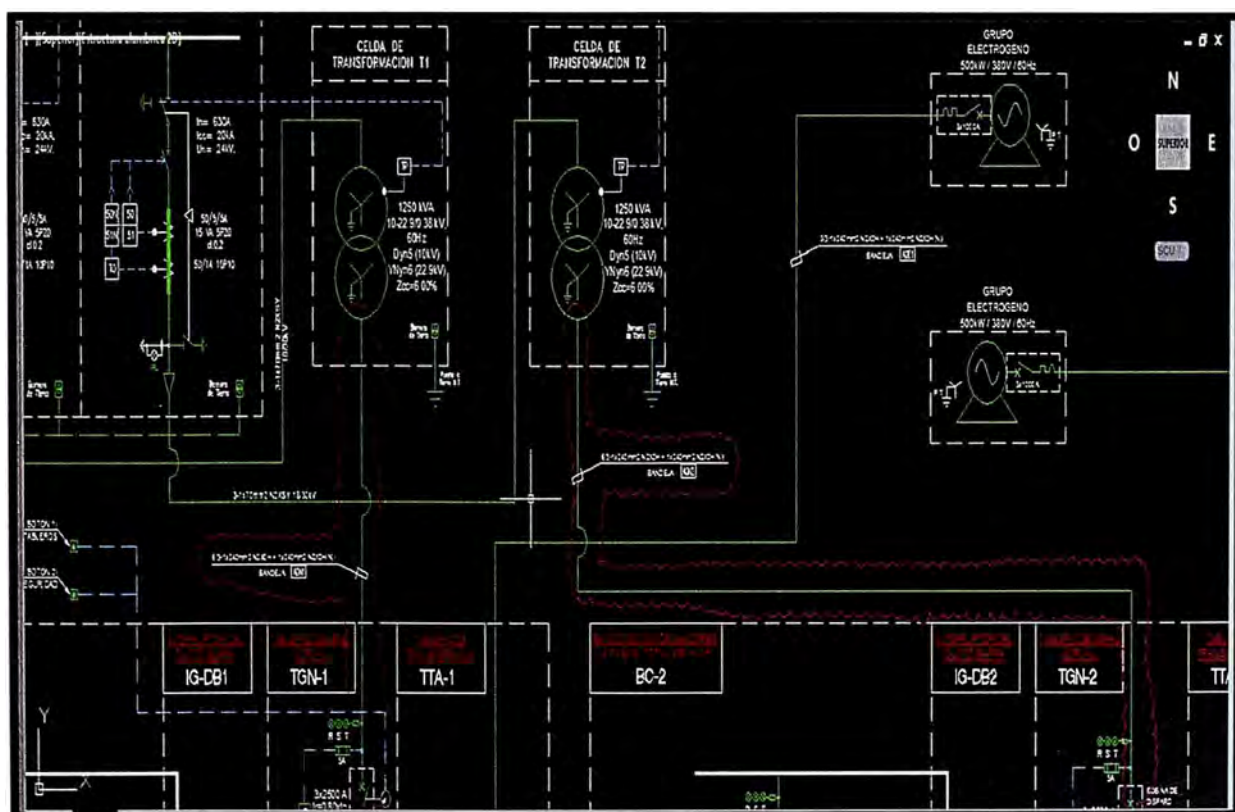


Fig. 3.21 (Diagrama Unifilar conexión Transformadores MT con Tableros Generales)

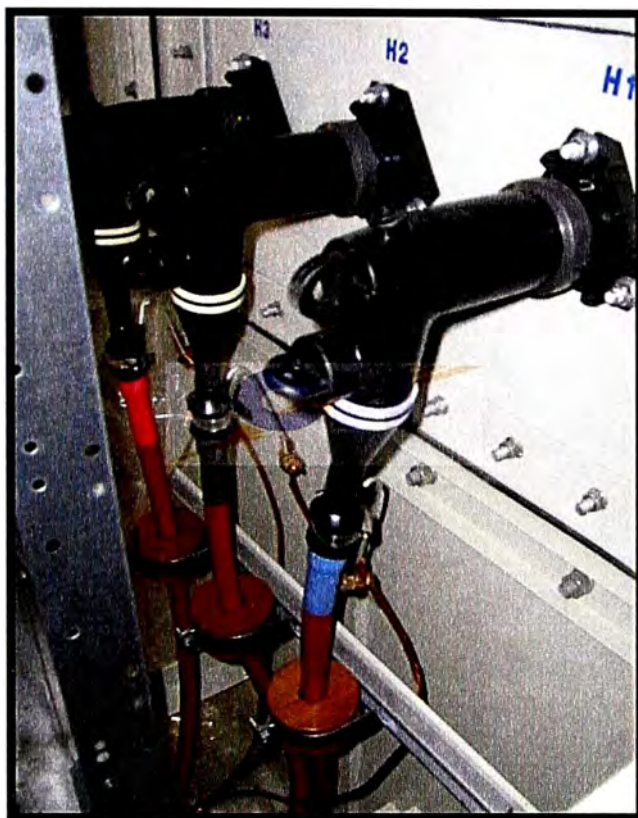


Fig. 3.22 (Conexión de Cables de MT con terminales tipo Corto)



Fig. 3.23 (Foto 1 - Conexión de Cables de BT con terminales de compresión y mangas termocontraíbles)

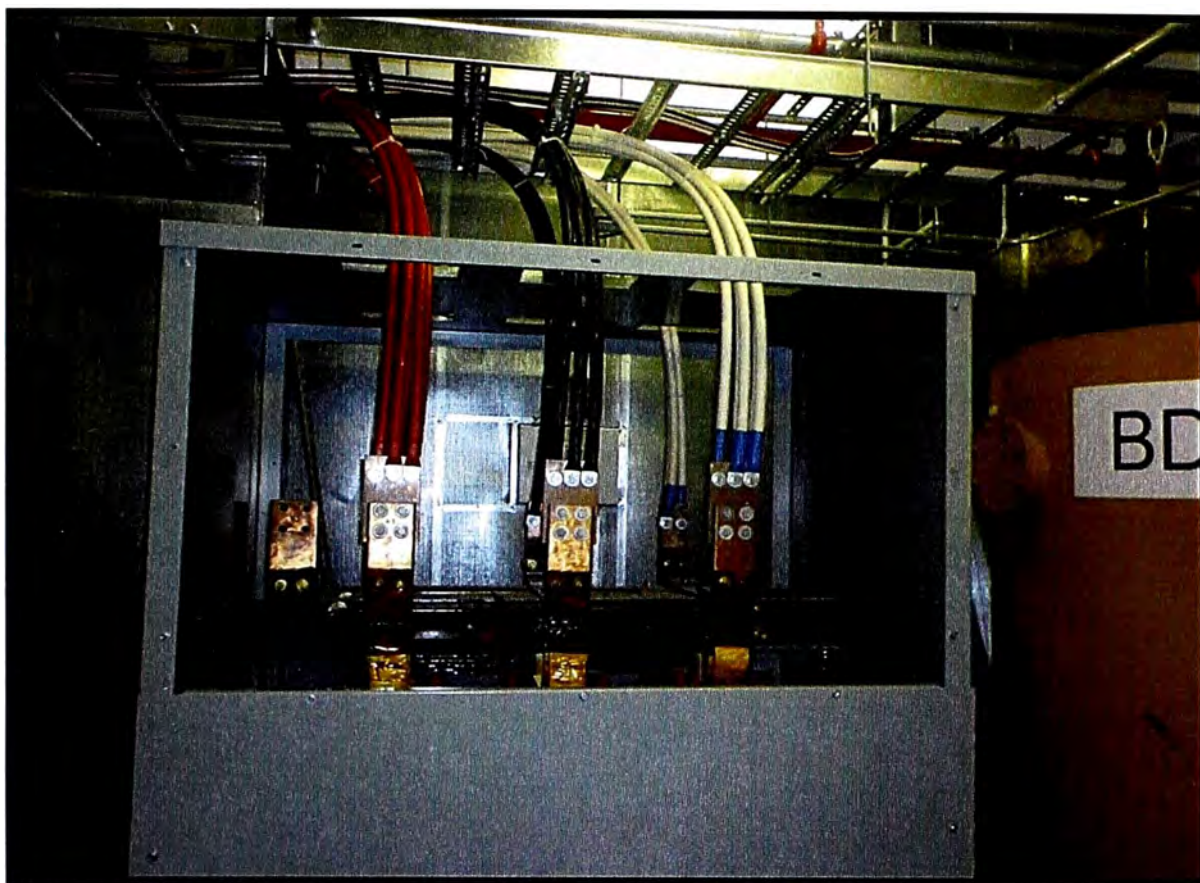


Fig. 3.24 (Foto 2 - Conexión de Cables de BT con terminales de compresión y mangas termocontraíbles)

Una vez conectados los cables tanto de BT como de MT a los bornes respectivos de cada Transformador de 1250 KVA, se puede decir que están conectados mecánica y eléctricamente.

Así mismo como parte de la conexión de los cables eléctricos, debemos tener presente que también se conectan los conductores de puesta a tierra ya sean para los neutros como para los encapsulados de los transformadores, de tal manera que se garantice la seguridad para los operadores.

3.2.7 Pruebas de rutina y coordinación con SE

Para poder energizar los transformadores secos, previamente se deberán realizar las pruebas de rutina a las conexiones eléctricas realizadas. Estas son las siguientes:

3.2.7.1 Pruebas de inspección visual

Debemos corroborar que todas las conexiones de los cables eléctricos de MT y BT están de acuerdo a lo indicado por los diagramas unifilares. En esta prueba se describe el estado del cable y características de los mismos, tanto para los de BT como para los de MT, por ejemplo para nuestro caso práctico sería una tabla de acuerdo lo siguiente:

TABLA N° 3.4 (Características de Cables de MT y BT)

DATOS DEL CABLE	CABLE DE ENERGÍA
MARCA	INDECO
TIPO	N2XSY
SECCIÓN	70 mm ²
NIVEL DE TENSION	18 / 30 kV

DATOS DEL CABLE	CABLE DE ENERGÍA
MARCA	INDECO
TIPO	N2X0H
SECCIÓN	240 mm ²
NIVEL DE TENSION	1 kV

Así mismo como parte de la inspección visual una vez verificado los cables eléctricos, procedemos a verificar lo siguiente en los transformadores:

- Verificar placa de datos nominales.
- Verificar interconexiones de fuerza (cables y barras).
- Verificar posición de tap de transformador.
- Verificar condición física y mecánica exterior.

Verificar anclajes de los topes de las ruedas, espacios libres de trabajo y alineamientos.

Inspeccionar envoltorio metálica huellas de corrosión, abolladuras, ralladuras y pernos faltantes.

- Verificar la relación de transformación.
- Verificar el grupo de conexión.
- Verificar secuencia de fases.
- Verificar limpieza general.

3.2.7.2 Medición de resistencia de aislamiento de barras, entre fases y entre fases y tierra.

Estas pruebas se realizan utilizando un instrumento llamado Megóhmetro el cual mide el nivel de aislamiento tanto para el lado de BT como para el lado de MT. Debemos tener presente que para esta prueba se deberá utilizar instrumentos adecuados de acuerdo al nivel de tensión a medir.

3.2.7.3 Medición de la resistencia (arrollamientos primario y secundario).

Esta medición de la resistencia a los arrollamientos lo realiza el fabricante de los transformadores por lo que para poder verificar la realización de la prueba se deberá

estar presente el día de la prueba y exigir el protocolo de pruebas y ensayos realizados, de tal manera que se garantice ello.

3.2.8 Puesta en servicio y Energización.

Para la puesta en servicio y energización se requiere la presencia de todas las partes involucradas en el montaje de los transformadores, desde los fabricantes hasta los que instalaron el transformador en su lugar final de operación, así como también de un técnico representante de la empresa concesionaria de la energía eléctrica.

La coordinación previa a la energización de los transformadores se realiza por intermedio de la empresa concesionaria quien se encarga de coordinar los datos enviados desde su centro de control de tal manera que los parámetros de protección sean los adecuados y estén conformes con lo que ellos manejan.

Se debe entender que para la puesta en servicio de los transformadores se ha tenido que ya poner en energizar las celdas de remonte y protección ligadas a estos transformadores. Una vez realizado esto se procede a cerrar los seccionadores de las celdas y luego cerrar los interruptores para que finalmente queden energizados los transformadores.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se concluye luego de haber desarrollado este informe que para realizar el montaje y la puesta en servicio de transformadores secos encapsulados no solo basta con tener todos los componentes eléctricos en la forma correcta exigida por el fabricante, sino que también otros factores ajenos a esta especialidad como por ejemplo obras civiles y mecánicas que juegan un papel determinante para la instalación en la ubicación final de estos equipos deberán quedar listas antes del montaje eléctrico de los transformadores. Para ello se recomienda que se haga un análisis de ingeniería de detalle que comprende planos con elevaciones, cortes y de ser necesario modelados en 3D para así tener la certeza que nuestra instalación no tendrá dificultades de espacio, ubicación y sobre todo que cumpla las distancias mínimas de seguridad exigidas por el Código Nacional de Electricidad.
- Se recomienda que en el desarrollo de todos los pasos para el montaje y puesta en servicio de los transformadores secos se deberá tomar las medidas de seguridad señaladas en el presente informe, esto con el fin de garantizar un trabajo de calidad y sin tener incidentes ni accidentes de trabajo.

ANEXOS

ANEXO A
DIAGRAMA UNIFILAR DE LA SUBESTACION N° 1

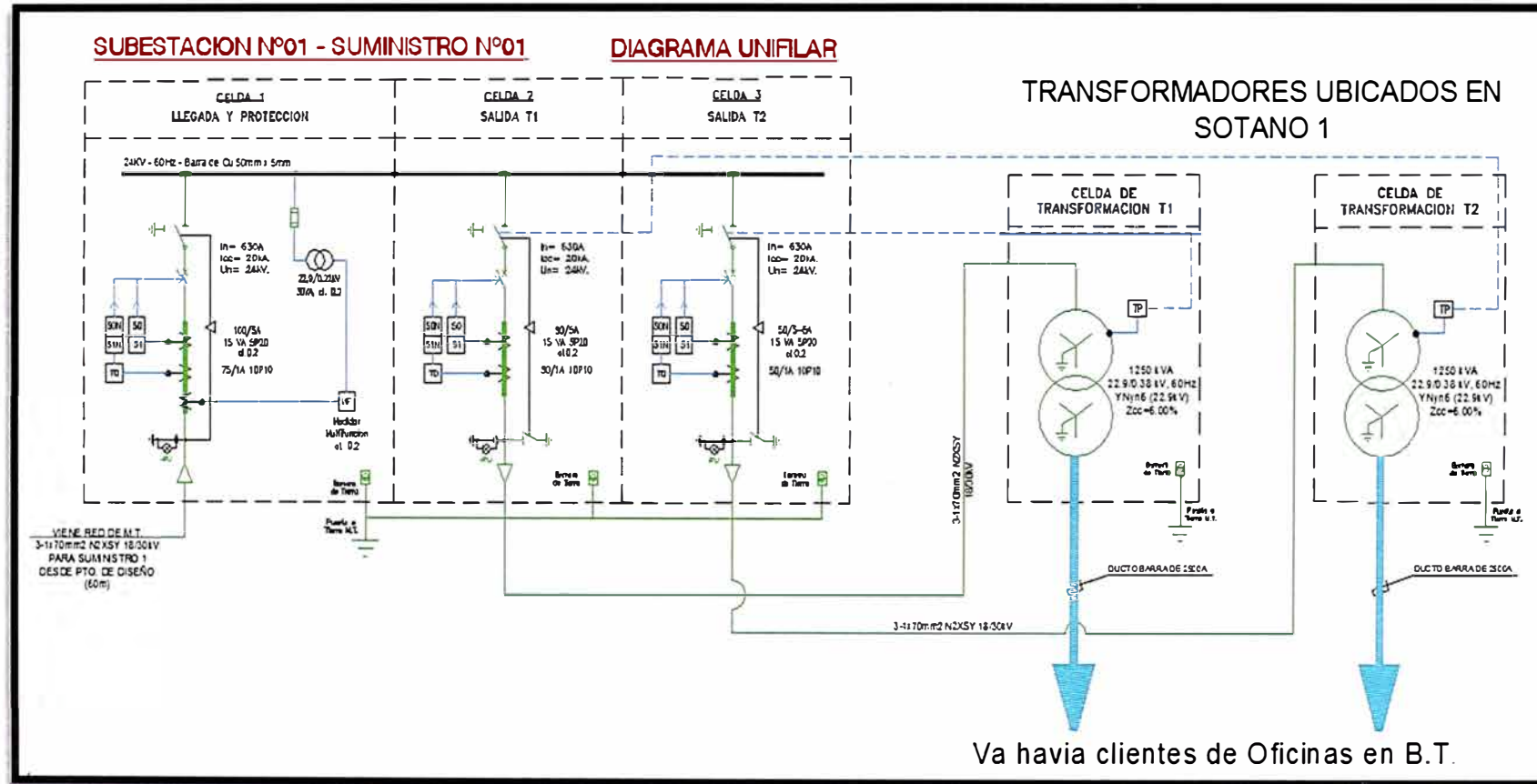


DIAGRAMA UNIFILAR DE LA SUBESTACION N° 1.

ANEXO B
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA DE
1250KVA

A continuación se muestran las **especificaciones técnicas de los transformadores de 1250 KVA** solicitadas por el proyecto, de acuerdo al expediente entregado al inicio del proyecto.

El transformador trifásico, será fabricado con fierro siliconado de grano orientado, laminado en frío y arrollamiento de aluminio. Se utilizará el transformador tipo seco encapsulado, con la siguiente característica:

Potencia Nominal Continua: 1250 KVA.

Tensión Primaria: 22.9 kV.

Tensión Secundaria: 0.38 kV.

Frecuencia: 60 Hz.

Fases: 3 + 1N

Tomas de regulación sin carga primaria: $\pm 2.5 \%$, $\pm 5 \%$ de la tensión.

Sobre elevación máxima de temperatura a plena carga: 40 °C

Conexión en 22.9 kV: Estrella/Estrella

Grupo: YNyn6

Numero de bornes AT: 3 + 1N

Numero de bornes BT: 3 + 1N

Fabricación: Según normas CEI 60726

Tensión de cortocircuito: $5 \pm 10 \%$ Vn

Tensión de ensayo a frecuencia industrial

○ AT: 50 kV.

○ BT: 2.5 kV.

Tensión de impulso: 190 kV.

Enfriamiento: Ventilación por aire.

Servicio: Continuo.

Factor K: 4

Nivel de ruido: No mayor a 60 dB

Perdidas en vacío del transformador: 2 700 W.

Perdidas de carga en 75 °C: 11 500 W.

Perdidas de carga en 120 °C: 13 100 W.

ANEXO C
COTIZACIÓN TRANSFORMADORES DE 1250 KVA 22.9KV / 0.38KV SECOS
ENCAPSULADOS

Cotización realizada por el suministro de los equipos de Media tensión de la SE No 1, en donde se incluye la de los transformadores secos encapsulados.

Lima, 06 de Agosto de 2013

De nuestra mayor consideración:

Nos dirigimos a Uds. a los efectos de hacerles llegar la presente oferta de precios, sujeta a todos los términos de las condiciones generales de comercialización de SCHNEIDER PERÚ S.A., adjuntas al final de la presente.

PLANILLA DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

Cant	Referencia	Descripción	Importe Unitario total U\$S	Importe total U\$S
SUBESTACION N°1				
1	SM6 DM1C SF1/TI-TT2	Unidad de Protección y Medición con Interruptor SF1 Un:24kV, Us:22,9kV, Ibarras:630A con SPAT, VPIIS, con Relé Spam S20 y Medidor ION 7550 CLASE 0.2, con Transformadores en 22.9 / 0.23-0.23KV 10VA c10.2, 10VA c1 3P, XXX/5-5 A 5VA c10.2, 5VA 5P20, Caux: 2NA+2NC Altura: <1000msnm. <u>Mas detalle ver Catálogo.</u>		
2	SM6 DM1C SF1 c/TLP	Unidad de Protección con Interruptor SF1 Un:24kV, Us:22,9kV, Ibarras:630A con SPAT, VPIIS, con Relé Spam T20, con sensor TLP In: 100A - Inext 2500A - cl. 0.5 5P Vcd: 24Vdc, Umot: 24Vdc, Umot: 24Vdc aux: 2NA+2NC Altura: <1000msnm. <u>Mas detalle ver Catálogo.</u>		
1	JLJAF LCHAPAFIN12.5	Tapas laterales y palanca de maniobra	104,275.00	104,275.00
2	TRIHAL_1250KVA	Transformador Trifásico Tipo Seco "Autoextinguible" con bobinados de Aluminio encapsulados y moldeados al vacío en una resina epoxy que contiene una carga activa (alúmina trihidratada). Modelo TRIHAL de 1250KVA, 22.9/0.38KV, 60Hz, AN, IP00, YNyn0, Zcc(%)= 6%. <u>Mas detalle ver Catálogo.</u>		
1	SERVICIO	MONTAJE DE CELDAS SM6 Y TRIHAL (x 2 días de trabajo), ejecución de kit de terminales de MT, conexión entre celdas y trafo (Incluye 5 kits de terminales y 38 metros de cables de MT para interconexión entre celda de salida y los bornes primarios del transformador). PUESTA EN MARCHA del equipamiento ofertado. <u>Ver Servicio en Obra.</u>		

. Descripción General:

Trihal es un transformador trifásico de tipo seco con bobinados de media tensión encapsulados y moldeados al vacío en una resina de epoxy que contiene una carga activa. Esta carga activa, compuesta esencialmente de alúmina trihidratada $Al(OH)_3$, es el origen de la marca Trihal.

Trihal es un transformador de tipo interior (para instalaciones en intemperie, consultarnos).



Transformadores Trihal MT/BT.



2. Normas

Trihal cumple las siguientes normas:

- CEI 60076-11.
- CEI 60076-1 a 60076-5.
- CEI 60905.
- UNE 21538-1.
- Documentos europeos del CENELEC HD 538-1 S1 y HD 464 S1 relativos a transformadores trifásicos de distribución de tipo seco.

3. Gama

Transformadores de distribución MT/BT de 160 a 3000 kVA hasta 36 kV.

Para potencias y tensiones diferentes, consultarnos.

Trihal existe en dos versiones:

- Sin envoltente de protección (IP00).
- Con envoltente de protección IP31 e IK7.

Solamente la versión con envoltente asegura la protección contra contactos directos con las partes bajo tensión.

Transformadores de potencia MT/MT hasta 15 MVA y 36 kV. Consultarnos.

(1) rappel sur les tensions d'essai

niveau d'isolement assigné Um (kV)	3,6	7,2	12	17,5	24	36	41,5
kV eff, 50 Hz - 1 mm	10	20	28	38	50	70	80
kV choc 1,2/50 µs							
Liste 1	20	40	60	75	95	145	
Liste 2	40	60	75	95	125	170	200

4. Equipo básico

Versión sin envolvente de protección (IP00):

- 4 ruedas planas orientables.
- 4 cáncamos de elevación.
- Aberturas de arrastre sobre el chasis.
- 2 tomas de puesta a tierra.
- 1 placa de características (lado de MT).
- 2 señales de advertencia de "peligro eléctrico" (señal T10).
- Barritas de conmutación de las tomas de regulación, maniobrables con el transformador sin tensión. Las tomas actúan sobre la tensión más elevada para adaptar el transformador al valor real de la tensión de alimentación.
- Barras de acoplamiento de MT con terminales de conexión situados en la parte superior de las mismas.
- Juego de barras de BT para conexión en la parte superior del transformador.
- Protocolo de ensayos individuales y manual de instrucciones de instalación, puesta en marcha y mantenimiento.

Versión con envolvente metálica de protección IP31, IK7:

- Transformador Trihal sin envolvente de protección (IP00) descrita arriba.
- 1 envolvente metálica de protección IP31, IK7 (excepto el fondo: IP21, IK7):
- Con protección estándar contra la corrosión.
- Cáncamos de elevación para el desplazamiento del transformador con su envolvente.
- Panel atornillado del lado de MT para acceder a los terminales de conexión de MT y a las tomas de regulación. Incorpora 2 manetas escamoteables, una señal de advertencia de "peligro eléctrico" (señal T10), la placa de características del transformador y una trenza visible para la puesta a tierra.
- Taladros tapados con obturadores, perforados en la parte izquierda del panel atornillado en el lado de MT. Están previstos para montar indistintamente una cerradura de enclavamiento Rocis tipo ELP1 o Profalux tipo P1.
- 2 placas aislantes sobre el techo de la envolvente para entrada por prensaestopas de los cables de MT y BT respectivamente (no se incluyen los taladros ni los prensaestopas). Trampilla situada en la parte inferior derecha, lado de MT, previsto para la llegada eventual de cables de MT por la parte inferior. La conexión sobre el transformador se sigue haciendo en este caso en la parte superior de las barras de acoplamiento.

5. Tecnología y medios de producción

Trihal, diseñado y fabricado enteramente en la factoría France Transfo de Merlin Gerin, es objeto de dos patentes:

"El bobinado continuo con gradiente lineal sin entrecapas", para el bobinado MT.

El sistema de encapsulado ignífugo. Esta tecnología patentada por Merlin Gerin se desarrolla en la fábrica de Schneider Electric en Ennery, Moselle, Francia. La capacidad de producción de esta factoría permite garantizar plazos adaptados a las necesidades del cliente.

■ Una tecnología adelantada

- ✓ Aislamiento pre-impregnado no moldeado (BT)
- ✓ Envolvente y moldeado en vacío en resina epoxy (MT)
- ✓ Bobinado continuo de gradiente lineal sin entrecapas (MT)
- ✓ Nivel de descargas parciales muy bajo (≤ 10 pC)
- ✓ Excelente resistencia a las ondas de choque (170/200 kV choque)
- ✓ Material reciclable, ecológico, no desprende gases tóxicos en su combustión y no contaminante.

HOJA DE DATOS

rated power	kVA	1250	1600
manufacturing cycle		NO4/NCC	NO4/NCC
installation		I	I
rated frequency	Hz	60	60
primary voltage	V	22900	22900
isolation level	kV	125.5	125.5
secondary voltage at no load	V	380	380
tappings	%	+/-5	+/-5
vector group		YNyn6	YNyn6
no load losses	W	3500	4100
load losses at 120°C	W	12500	15000
impedance voltage	%	6	6
max altitude	m	1000	1000
max ambient temperature	°C	40	40
nature of HV/LV windings		Al/Al	Al/Al
aproximate dimensions and weight		Al/Al	Al/Al
rated power	kVA	1250	1600
IP00 Length a1	mm	1600	1750
Width b1	mm	950	950
Height h1	mm	1950	1990
Total weight	Kg	2520	3080
Enclosure type / rated power	kVA	1250	1600
IP 31 (Opcional)	Type	type 6	type 72
with enclosure IP31 Length a1	mm	2000	2330
Width b1	mm	1170	1240
Height h1	mm	2400	2650
Total weight	Kg	2760	3400
Weight enclosure IP31	Kg	240	320
Technology	BT	bande Alu	bande Alu
	HT	fil Alu	bande Alu
Noise level / Acoustic power	dB(A)	78	79
Noise level / Acoustic pressure at 1 m	dB(A)	63	63

Cant	Referencia	Descripción	Importe Unitario total U\$\$	Importe total U\$\$
INTERCONEXIÓN ENTRE SUBESTACIÓN N° 2 y N°3				
1	SERVICIO	Instalación y tendido de 600 metros de cables de 50mm ² y ejecución de 2 kit de terminales de MT para Interconexión de Subestación N° 2 y N°3. <u>Ver Servicio en Obra.</u>	23,915.00	23,915.00
TOTAL sin IGV			U\$\$	266,775.00

OPCIONAL

Cant	Referencia	Descripción	Importe Unitario total U\$\$	Importe total U\$\$
3	ICP 24/1	Banco de batería y cargador Modelo ICP 24/1, 24Vcc, 1A, cl.1, 35A-10seg, IP207, alimentación 220Vac	1,500.00	4,500.00
3	-	Envolvente metálica IP31 para transformador Trihal de 1250KVA	2,476.00	7,428.00
1	-	Envolvente metálica IP31 para transformador Trihal de 1600KVA	3,343.00	3,343.00

OFERTA ALTERNATIVA

Cant	Descripción	Importe Unit. U\$\$	Importe U\$\$
1	SERVICIO DE EXTENSION DE GARANTIA POR 5 AÑOS	1,000.00	1,000.00
TOTAL sin IGV			U\$\$ 1,000.00

Nota:

- SM6 es una gama de celda de Media Tensión tipo Type Tested, totalmente importada sin ningún tipo de integración local.
- SM6 es diseñado, fabricado y ensayado en plantas industriales de SCHNEIDER ELECTRIC con acreditación ISO 9002 e ISO 14000 para la fabricación seriada de tableros de Media y Baja Tensión.
- Suministro de "Transformadores de MT/BT" perteneciente a la gama TRIHAL "Totalmente Certificados por Laboratorios Internacionales", del tipo Seco Encapsulado en un todo de acuerdo a las recomendaciones de la norma IEC60078-11.

ANEXO D
COTIZACIÓN MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO DE SUBESTACIÓN No 1

Proforma económica del montaje y puesta en servicio de la Subestación N°1 incluyendo los análisis de precios unitarios.

1. Presupuesto de Instalación y montaje de equipos SE No 1

Partidas de Instalaciones Eléctricas

PROYECTO : CENTRO EMPRESARIAL LEURO 2º ETAPA
LUGAR : MIRAFLORES - LIMA
FECHA : noviembre 2013

Item	Descripción	Unid	Metrado	P.U.	P.Parcial
01	INSTALACIONES ELÉCTRICAS				
01.01	Sistema de Utilización MT 22.9KV				
01.01.01	Equipos S.E M.T				
01.01.01.01	Celda 1: Llegada y Protección SE N°1	und.	1.00	S/. 839.53	S/. 839.53
01.01.01.02	Celda 2: Salida T1 SE N°1	und.	1.00	S/. 801.37	S/. 801.37
01.01.01.03	Celda 3: Salida T2 SE N°1	und.	1.00	S/. 839.53	S/. 839.53
01.01.01.04	Celda de transformación T1 (Transformador 1250 KVA)	und.	1.00	S/. 1,836.92	S/. 1,836.92
01.01.01.05	Celda de transformación T2 (Transformador 1250 KVA)	und.	1.00	S/. 1,836.92	S/. 1,836.92
01.01.01.06	Equipos de Protección y Maniobra	glb.	1.00	S/. 4,320.00	S/. 4,320.00
01.01.01.07	Movilización e izaje de Transformadores y celdas	glb.	1.00	S/. 7,325.00	S/. 7,325.00
01.01.01.08	Pruebas Eléctricas MT	glb.	1.00	S/. 4,079.78	S/. 4,079.78

	TOTAL COSTO DIRECTO				S/. 21,879.06
	GASTOS GENERALES			10.21%	S/. 2,233.85
	UTILIDAD			3.79%	S/. 829.22
	SUBTOTAL				S/. 24,942.13
	IGV			18.00%	S/. 4,489.58
	TOTAL				S/. 29,431.71

CONSIDERACIONES:

- 1.00 La presente propuesta incluye la instalación y montaje de equipos Celdas y transformadores correspondier a la SE No 1 del proyecto Centro Empresarial Leuro.
- 2.00 La propuesta incluye el acarreo y fijación de los equipos de instalar (Celdas y Transformadores).
- 3.00 La propuesta incluye las pruebas eléctricas de M.T. correspondientes.

EXCLUSIONES:

- 1.00 No se incluye la coordinación de protección de los relés de protección de los equipos eléctricos.

2. Análisis de Precios Unitarios

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto : CENTRO EMPRESARIAL LEURO 2º ETAPA Fórmula : Instalaciones Eléctricas Cliente : GYM SA Dpto. : LIMA		Costo al : AGOSTO DEL 2013 Distrito : MIRAFLORES				
DESCRIPCION	CUADRILLA	UNIDAD	CANTIDA	PU	PARCIAL	SUBTOTAL
1 Sistema de Utilización de MEDIA Tensión - Instalación.						
1 Subtableros, tableros Principales, Banco de Condensadores , Celdas, etc						
Celda 1: Llegada y Protección SE N°1						
Rendimiento	0.75	UND/DIA				
Mano de Obra						
Capataz	0.2	hh	2 1333	23 7213	50 6054	
Operario	2	hh	21 3333	18 3664	391 8168	
Oficial	1	hh	10 6667	15 7982	168 5141	
Ayudante	1	hh	10 6667	14 2760	152 2771	
Equipo, instrumentos y/o herramientas		%	10 0000	763 2134	76 3213	S/. 839.53
Materiales						
Celda 1 Llegada y Protección SE N°1		und	1 0000	0 0000	0 0000	
Material menor		%	5 0000	0 0000	0 0000	
Subtotal Materiales						S/.
Total						S/. 839.53
Celda 2: Salida T1 SE N°1						
Rendimiento	0.75	UND/DIA				
Mano de Obra						
Capataz	0.2	hh	2 1333	23 7213	50 6054	
Operario	2	hh	21 3333	18 3664	391 8168	
Oficial	1	hh	10 6667	15 7982	168 5141	
Ayudante	1	hh	10 6667	14 2760	152 2771	
Equipo, instrumentos y/o herramientas		%	5 0000	763 2134	38 1607	S/. 801.37
Materiales						
Celda 2 Salida T1 SE N°1		und	1 0000	0 0000	0 0000	
Material menor		%	5 0000	0 0000	0 0000	
Subtotal Materiales						S/.
Total						S/. 801.37
Celda 3: Salida T2 SE N°1						
Rendimiento	0.75	UND/DIA				
Mano de Obra						
Capataz	0.2	hh	2 1333	23 7213	50 6054	
Operario	2	hh	21 3333	18 3664	391 8168	
Oficial	1	hh	10 6667	15 7982	168 5141	
Ayudante	1	hh	10 6667	14 2760	152 2771	
Equipo, instrumentos y/o herramientas		%	10 0000	763 2134	76 3213	S/. 839.53
Materiales						
Celda 3: Salida T2 SE N°1		und	1 0000	0 0000	0 0000	
Material menor		%	5 0000	0 0000	0 0000	
Subtotal Materiales						S/.
Total						S/. 839.53
Celda de transformación T1						
Rendimiento	0.60	UND/DIA				
Mano de Obra						
Capataz	0.2	hh	2 6667	23 7213	63 2567	
Operario	2	hh	26 6667	18 3664	489 7710	
Oficial	1	hh	13 3333	15 7982	210 6426	
Ayudante	1	hh	13 3333	14 2760	190 3464	
Equipo, instrumentos y/o herramientas		%	10 0000	954 0167	95 4017	S/. 1.049.42
Materiales						
Celda de transformación T1		und	1 0000	0 0000	0 0000	
Riel de soporte para Transformador (Viga H de acero)		und	2 0000	375 0000	750 0000	
Material menor		%	5 0000	750 0000	37 5000	
Subtotal Materiales						S/. 787.50
Total						S/. 1.836.92

Página 1

Celda de transformación T2						
Rendimiento	0.60	UND/DIA				
Mano de Obra						
Capataz	0.2	hh	2 6667	23 7213	63 2567	
Operario	2	hh	26 6667	18 3667	489 7710	
Oficial	1	hh	13 3333	15 7982	210 6426	
Ayudante	1	hh	13 3333	14 2760	190 3464	
Equipo, instrumentos y/o herramientas		%	10 0000	954 0167	95 4017	\$/ 1,049.42
Materiales						
Celda de transformación T2		und	1 0000	0 0000	0 0000	
Riel de soporte para Transformador (Viga H de acero)		und	2 0000	375 0000	750 0000	
Material menor		%	5 0000	750 0000	37 5000	
Subtotal Materiales						\$/ 787.50
Total						\$/ 1,836.92

Equipos de Protección y Maniobra						
Equipos						
PERTIGA TELESCOPICA 1.36MT-7.8MT SECCIONABLE, REVELADOR DE TENSION, BANCO DIELECTRICO, GUANTES DIELECTRICOS 22.9 kV		gib	1 0000	4320 0000	4320 0000	
Subtotal Materiales						\$/ 4,320.00
Total						\$/ 4,320.00

Movilización e izaje de Transformadores y celdas						
Subcontratos						
Movilización e izaje de Transformadores y celdas		gib	1 0000	7325 0000	7325 0000	
Subtotal Materiales						\$/ 7,325.00
Total						\$/ 7,325.00

Pruebas Eléctricas MT						
Subcontratos						
Pruebas Eléctricas MT		gib	1 0000	4079 7800	4079 7800	
Subtotal Materiales						\$/ 4,079.78
Total						\$/ 4,079.78

ANEXO E
ACUSE DE RECIBO DE TRANSFORMADORES DE 1250KVA (PROCEDENCIA:
FRANCIA)

Detalle de ACUSE de recibo de los transformadores de 1250 KVA.

ANEXO DEL ACUSE DE RECIBO 907223 / 212811		Pagina 1/3
Orden	: 906907 part. 2	FECHA DEL PEDIDO: 19-03-2014
País concernado o cliente	:	Perú
Norma	:	CEI 60076-1 o 60076-11
Tipo de producto	:	Transformador seco encapsulado
Nombre del producto	:	Trihal
Instalación	:	Interior
Temperatura ambiente maxi (°C)	: 40	
Temp. ambiente medie diaria °C	: 30	
Temp. ambiente media anual (°C)	: 20	
Temperatura ambiente mini (°C)	: -25	
Altitud maxi (m)	:	Inferior a 1000 m
Frecuencia (Hz)	: 60	
Pantalla electrostatica	:	No
Piego de condiciones cliente	:	No
Potencia asignada	: 1250	
Refrigeracion 1er tipo	: AN	Aire natural
Numero fases	:	Trifásico
Funcionamiento	:	Reductor
Alla tensión asignada AT1	: 22900	
Modo de regulacion	:	Por puentes de conexión
Regulacion sur AT1 pos. 1 (+)	: 2.5	%
Regulacion sur AT1 pos. 2 (+)	: 5	%
Regulacion sur AT1 pos. 1 (-)	: 2.5	%
Regulacion sur AT1 pos. 2 (-)	: 5	%
Tension ensayo choque AT (kV)	: 125	
Tens. aplicada frec. ind HT kV	: 50	
Nivel aislamiento AT (kV)	: 24	
Baja tension BT1 (V)	: 380	
Nivel aislamiento BT (kV)	: 1.1	
Tens. aplicada frec. ind BT kV	: 10	
BT en carga o en vacío	:	En vacío
Acoplamiento AT1/BT1	: YNyn06	
Tension de cortocircuito Ucc %	: 6	
Tipo UCC	:	Teorico
Naturaleza de los anollamien	:	Aluminio/Aluminio
Nivel de perdidas	:	Normal
Perdidas en vacío Po (W)	: 2450	
Temp. de referencia Pcc/Ucc °C	: 120	
Perdidas en carga Pk (W)	: 12500	
Tolerancia	:	IEC 60076-11 Tolerancias
Max. Tol. en las perd. Individ	: 15	
Max. Tol. en las perd. totales	: 10	
Clase termica	: F	
Calentamiento arrollamientos K	: 100	
	: 80	
Factor K	: 04	

Orden : 906907 part. 2

FECHA DEL PEDIDO: 19-03-2014

Potencia acustica Lwa (dBA)	:	:	
Presion acustica Lpa (dBA)	:	60	
Distancia de medida Lpa (m)	:		1.00
Envolvente	:		Envolvente IP31 IK7
Numero de terminales de aterra	:	1	
Pintura final	:		RAL 9002 gris perla
Ruedas	:		Ruedas planas
Entreeje de ruedas	:	1	
Tornilleria	:		Estándar
Proteccion térmica	:		3 sondas PT100
Rele monitoreo 1	:		Digital termometro MB103
Salida (rele 1)	:		RS 232
Sensores adicionales	:		2 sondes PTC sur brides
Caja de ligación	:		Armoire équipée installée
Local de instalación	:	1	Lado menor
Corriente convertidor	:	AC/DC	Alterna/continua
Tension convertidor (V)	:		24 para 240
Conexiones AT	:		Estándar
Entrada connexion AT	:		Arriba
Marcado conexiones	:		IEC
Nu. de playas de connexion AT	:	4	
Conexiones BT	:		Estándar
Entrada connexion BT	:		Arriba
Posicion connexion BT	:		Conexión BT superior
Extensión de la caja BT	:		Sin
Nu. de playas de connexion BT	:	4	
Pletinas connexion BT suplement	:		No
Lengua de las placas	:		Español
Material de la placa de identi	:		Aluminio
Plano para la placa de identif	:		No
Para para TAG	:		No
Placa del diagrama	:		No
Placa com el cobre de la empr	:		No
Marca sociedad placa caract.	:		Schneider
Ensayos de rutina	:		Si
Medida del nivel de ruido	:		No
Ensayo cortocircuito franco	:		No
Ensayo de calentamiento	:		No
Ensayos especiales	:		No
Descargas parciales	:		Si
Lengua protocolos de ensayo	:		Español
Tipo de databook	:		Completo con ensayos de tipo
Inspección pre-embarque	:	8	No
Longitud	:		Approximado

ANEXO DEL ACUSE DE RECIBO 907223 / 212811

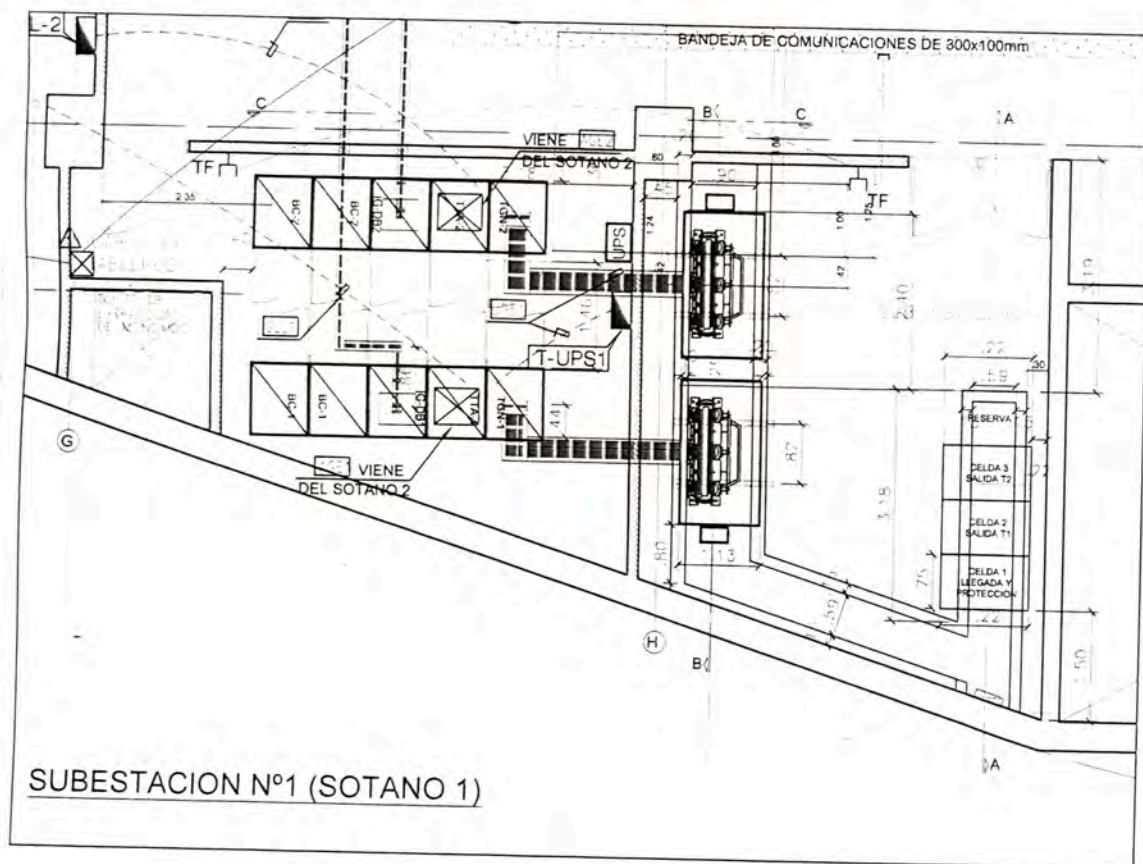
Pagina 3/3

Orden : 906907 part. 2

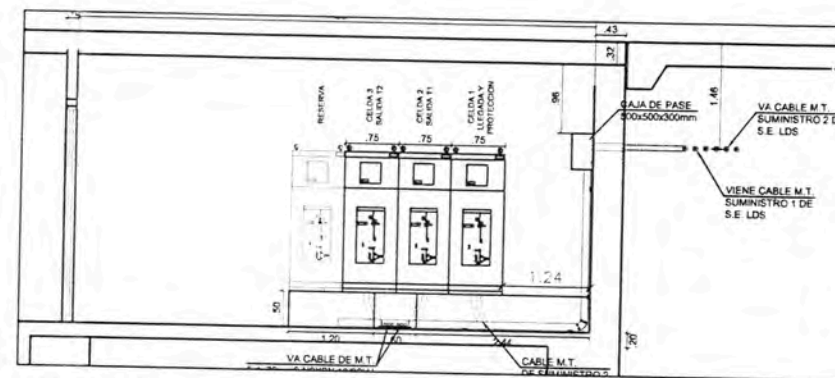
FECHA DEL PEDIDO: 19-03-2014

Longitud (mm)	:	2250	
Ancho	:		Aproximado
Ancho (mm)	:	1220	
Allura	:		Aproximado
Allura (mm)	:	2400	
Peso total	:		Aproximadas
Peso total (kg)	:	2930	
Embalaje	:		Caja llena SEI4c
Calidad de la madera	:		Madera fumigada
Marcado del embalaje	:		Si
transformador n? :			
dimensiones :			
Piezas de recambio asociadas	:		No
Control del material embalado	:		No
Recepcion	:		No
Garantía	:		24 m>=puesta en scio, 30 m max
Marcha en paralelo	:		No
Idéntico eléctricamente	:		No
idéntico mecanicamente	:		No
Intercambiable	:		No
Lengua de los planos	:		Español
Dirección para envío de los pl	:		
Aprobacion de planos	:		No
Formato de planos	:		Transfer ficheros PDF
Accesonos suminis por cliente	:		No
Penalidad por retraso de plano	:		No
Texto libre	:		No

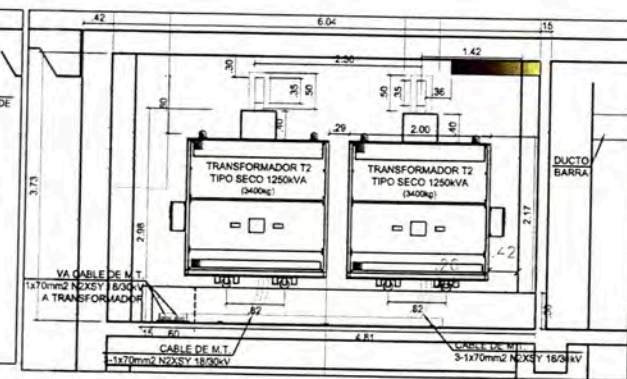
ANEXO F
PLANO DE DETALLE DE CORTES Y ELEVACIONES DE SUBESTACIÓN No 1



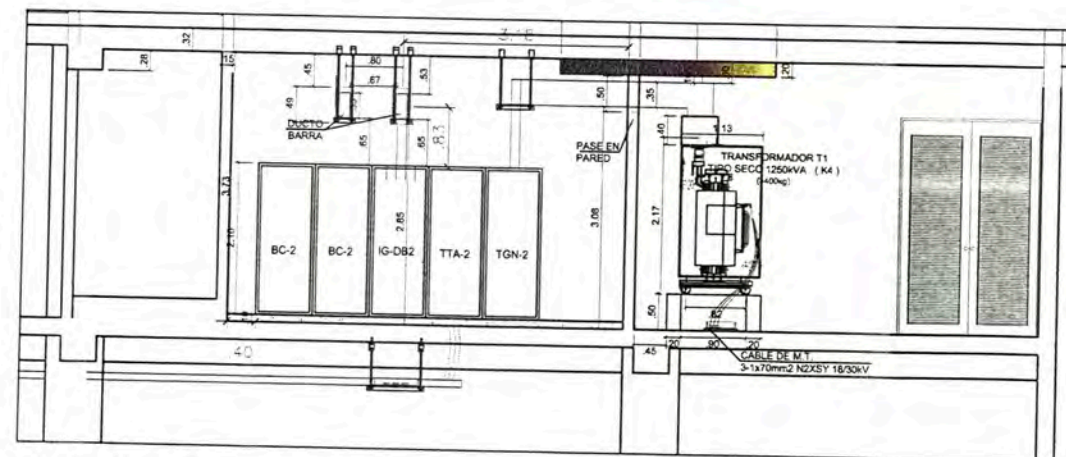
SUBESTACION N°1 (SOTANO 1)



CORTE A-A



CORTE B-B



CORTE C-C

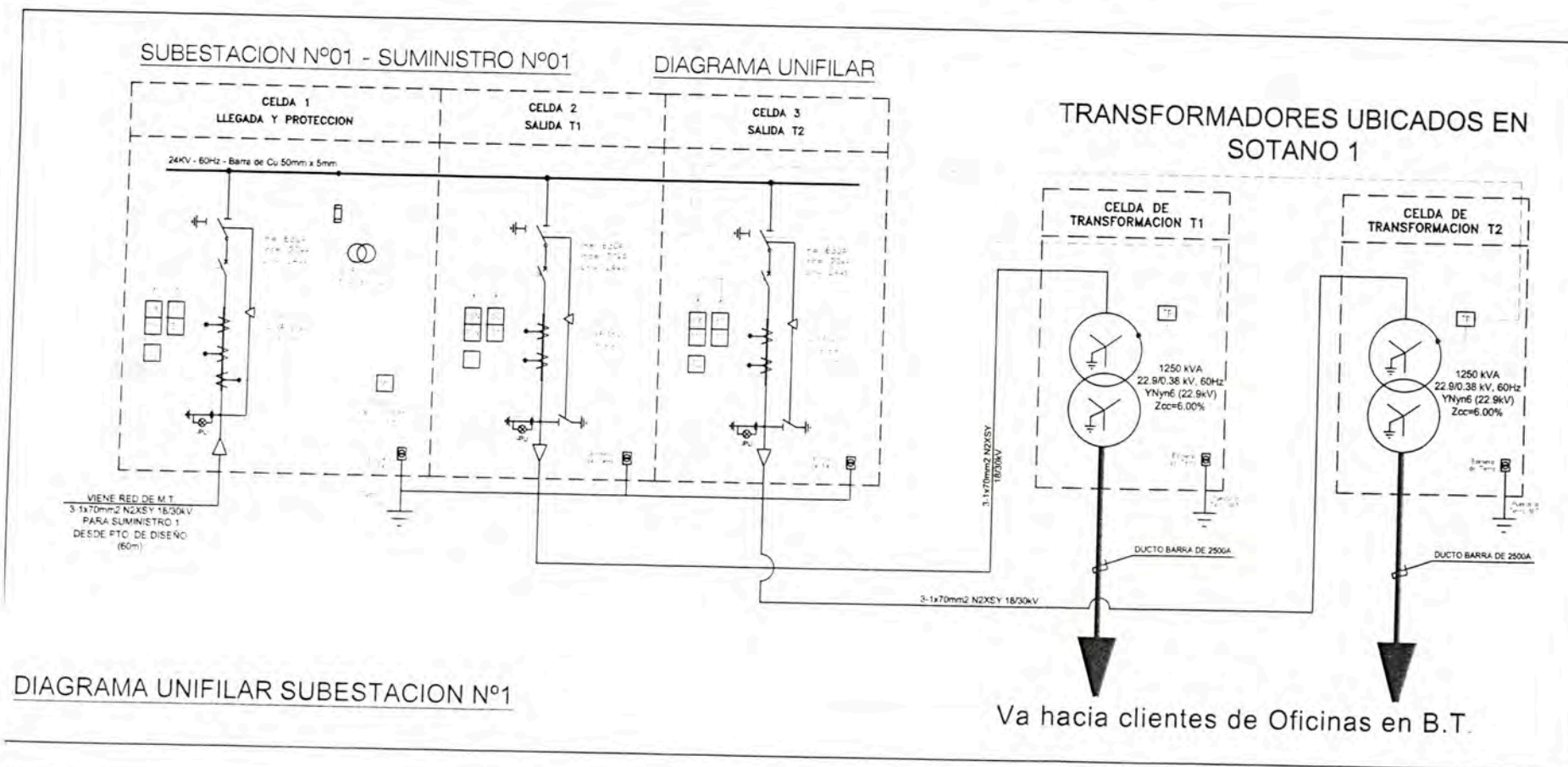
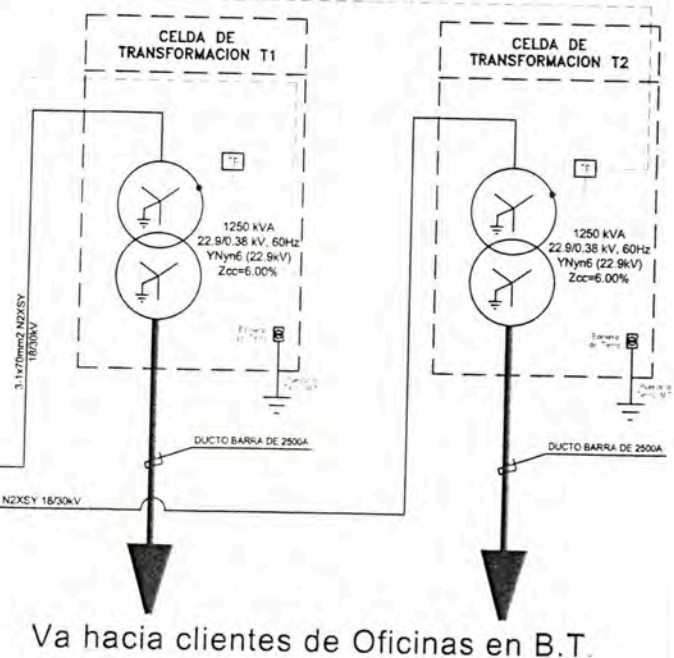


DIAGRAMA UNIFILAR SUBESTACION N°1

TRANSFORMADORES UBICADOS EN SOTANO 1



LEYENDA	
	- SECCIONADOR DE POTENCIA - INTERRUPTOR DE POTENCIA FIJO AUTONOMO EN SF6 EN VACIO, CON MANDO MOTORIZADO Y CONTACTOS AUXILIARES - CUCHILLAS DE PUESTA A TIERRA.
	TERMINAL DE CABLES SUBTERRANEO TIPO NZXS Y TIPO CORTO.
	CENTRAL DE PROTECCION TERMICA
	TRANSFORMADOR TOROIDAL
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA
	BARRA DE TIERRA
	INDICADOR LUMINOSO DE PRESENCIA DE TENSION
	PUESTA A TIERRA. R=25 Ω PARA MT Y R<25 Ω PARA NEUTRO DEL TRANSFORMADOR. R<10 Ω PARA BT
	RELÉ DE SOBRECORRIENTE CON FUNCION S0S1 Y 50N/51N CON BOBINA DE DISPARO EN 24V.
	TENSION MAXIMA DE OPERACION 24kV y Icc = 20kA

UNIVERSIDAD - FACULTAD
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA



DESARROLLO:
BACH INGE JOSÉ LUIS RUMICHE PRIETO

DIBUJO:
J.L.R.P.

PROYECTO:
CENTRO EMPRESARIAL LEURO COMERCIO Y OFICINAS

ESPECIALIDAD:
INSTALACIONES ELECTRICAS

PLANO:

SUBESTACION N°1

CODIGO DE PROYECTO:
PROY 0009-13

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
JULIO, 2013

LAMINA:

ANEXO F

BIBLIOGRAFIA

- [1]** Dirección General de Electricidad, “Código Nacional de Electricidad – Utilización”, Perú, 2006.
- [2]** ABB, “Catalogo Transformadores de distribución tipo seco encapsulado al vacío”, Suiza, 2006.
- [3]** Ingeniero Carlos Huayllasco Montalva, “Instalaciones Eléctricas II”, UNI – FIEE, Lima-Perú, 1993.
- [4]** Schneider Electric, “Grupos de Conexión”
- [5]** BISA, “Especificación técnica transformador tipo seco baja tensión”, Lima 1 – Perú.
- [6]** INDUSUL, Factor K, <http://www.indusul.com.>, Brasil.