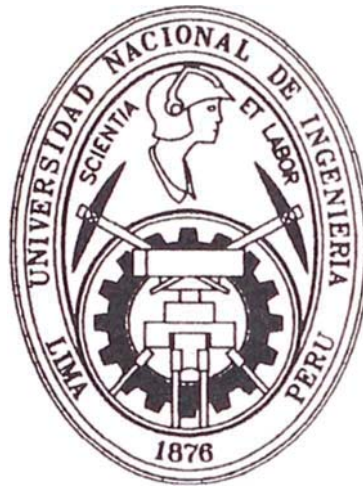


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y SISTEMAS**



**MEJORAMIENTO DEL TIEMPO DE ATENCION DE LOS  
PEDIDOS EN UNA FÁBRICA DE TRANSFORMADORES**

**ELECTRICOS**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**MARÍA REGINA VELÁSQUEZ VÁSQUEZ**

**LIMA - PERÚ**

**2008**

Agradezco a Dios y mis Padres  
que me guiaron por el buen  
camino, a mi hermano, su esposa  
y mis sobrinos Bryan y Antonella



1.2.2.2	Transformadores Mixto de Corriente y Tensión	22
1.2.2.3	Transformadores Secos	22
1.2.2.4	Transformadores encapsulados en Resina	23
1.2.3	Clientes	23
1.2.4	Proveedores	24
1.2.5	Procesos	29
1.2.6	Análisis de los Procesos Principales	34
<b>CAPITULO II: MARCO TEORICO</b>		<b>46</b>
2.1.	LLUVIA DE IDEAS	46
2.2.	DIAGRAMA DE ISHIKAWA	49
2.3.	MODELO DE LAS 5 FUERZAS de PORTER	52
<b>CAPITULO III: METODOLOGIA DE SOLUCION</b>		<b>56</b>
3.1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	56
3.2.	ALTERNATIVAS DE SOLUCION	57
3.3.	TOMA DE DECISIONES	59
3.4.	ESTRATEGIA ADOPTADAS	61
<b>CAPITULO IV: EVALUACION DE RESULTADOS</b>		<b>63</b>
4.1.	Pérdidas por compras de materiales importables en el mercado nacional	63
4.2.	Perdidas por penalizaciones	69
4.3.	Perdidas por Errores	71
4.4.	Estrategias para la Aplicación del Plan de Mejora	74

<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>77</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>77</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>79</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>81</b>
<b>GLOSARIO DE TERMINOS</b>	<b>82</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>84</b>

- 1. Informe de fallas donde se indica la descripción de la falla y la solución de esta falla.**
- 2. Confirmación de Orden de trabajo indicando penalidad.**
- 3. Ventana de compras, donde se realizan los pedidos de materiales y ventana de Almacén donde se registran los ingresos de materiales a almacén y las salidas de materiales a taller o a tercería.**
- 4. Catálogos de algunos transformadores.**
- 5. Formato del Cálculo del Costo de una Garantía**

**DESCRIPTORES TEMATICOS:**

TRAFOMIX

TRANSFORMADORES ELECTRICOS

FABRICACION DE TRANSFORMADORES

MEJORAMIENTO DE ATENCION DE PEDIDOS

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION

## RESUMEN EJECUTIVO

**Compañía de Transformadores** Inicia sus actividades en el año 1985 por un grupo de profesionales especializados en el campo de la fabricación de máquinas eléctricas, con la finalidad de producir transformadores de distribución, hasta 630 KVA. En 1990 se empieza fabricar transformadores de hasta 5000 KVA, 36 KV de distribución del tipo inmersos en aceite y hasta 1000 KVA del tipo encapsulados en resina epóxica.

En el año 1989, se inicia el desarrollo de un producto con la finalidad de simplificar los sistemas de mediciones dando como resultado un transformador mixto que es una maquina, que reúne en uno solo a los transformadores de tensión y de corriente requeridos para realizar mediciones hasta 36 KV. Su eficacia ha sido aceptada por los ingenieros de todas las Empresas de Distribución del Perú y de otros países del Grupo Andino, para su utilización en reemplazo de los tradicionales sistemas de varios transformadores de tensión y de corriente.

Uno de los mayores éxitos de este transformador mixto ha sido su masiva utilización para realizar balances de energía en los sistemas de distribución en media tensión y de este modo ha contribuido, de manera determinante, al control y reducción de las pérdidas no técnicas en estos sistemas, para la fabricación de estas máquinas se requieren insumos nacionales y extranjeros para tener mejores ventajas en cuanto a costos.

## **INTRODUCCION**

### **1. DEFINICION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la Empresa productora de transformadores se usan materiales nacionales e importados, para el caso de los materiales nacionales el requerimiento se realiza sin bajar del nivel de stock mínimo del almacén que fue hallado según la rotación de los materiales. Si el pedido corresponde a un lote grande de transformadores el requerimiento de pedidos se hace según diseño del Departamento de Ingeniería; en el caso de materiales importados el requerimiento de materiales se realiza cada 04 o 06 meses, y tomando en cuenta consumos anteriores, en caso de no poderse comprar los materiales importados a tiempo, la compra se realiza en el mercado nacional. Las compras de materiales nacionales tienen retrasos y mas aun las compras importadas, por necesitan un trámite mas largo, esto ocasiona que los costos de fabricación se incrementen y los cobros de penalidades por demoras en la entrega de los productos a los clientes se incrementen.



## **2. ANTECEDENTES:**

En varias ocasiones la producción de algunos transformadores se ha detenido y retrasado por falta de algún material, esto debido a que no se realizó la compra oportuna de materiales (aisladores de porcelana, fierro silicoso, aceite, etc.), o se tuvo que habilitar algún material reemplazando al requerido por Ingeniería, por ejemplo como pegar cartones mas delgados para alcanzar el espesor requerido para el aislamiento de bobinas, lo que es hecho por los operarios y que toma un tiempo considerable,

## **3. IMPORTANCIA DEL TEMA:**

Considero importante este tema por las siguientes razones

- a. Se debe recuperar la confianza del cliente al atender sus pedidos a tiempo.
- b. Entregar los productos con la calidad que ofrecemos, debido a los retrasos en el pedido de materiales los transformadores se hacen rápido y a veces mal.
- c. Evitar las penalizaciones por retrasos en las entregas de los productos.
- d. No exceder el presupuesto destinado al cumplimiento del Pedido del cliente.

#### **4. OBJETIVO:**

En este trabajo se trata de hallar la solución para la demora en la atención de los pedidos en una empresa de transformadores eléctricos.

#### **5. ALCANCES:**

El desabastecimiento de materiales involucra a las áreas de Planeamiento, Almacén, Ingeniería, Ventas, Compras y Producción.

SOLUCION, Para la solución a este problemas, se debe mejorar las Compras Programadas, Realizar las Compras a tiempo y comprar en cantidades programadas.

#### **b. Solución: indicar los logros y limitaciones**

Con el buen abastecimiento de Materiales se puede mejorar:

Logros de una buena gestión de Abastecimiento de Materiales.

Los tiempos de entrega.

Conseguir menores costos de Fabricación,

Menos gastos por corrección de errores.

Limitaciones:

Liquidez limitada debido a mala gestión de las cobranzas (tenemos clientes que se llevan sus transformadores pagando solo la mitad y son morosos con el resto de la deuda)

Almacén pequeño no permite guardar mucho material.

Monopolios en algún material como son las siliconas selladoras y antes los aisladores de silicona.

Escaso uso de la tecnología para conseguir nuevos proveedores

c. Descripción breve de las secciones del informe

Planeamiento:

- i. Efectúa el requerimiento de materiales nacionales (se efectúa según movimiento de stock), e importados (de datos históricos se efectúa cada 04 meses)

Compras:

- i. Efectúa el requerimiento por medio de Ordenes de Compra las que son aprobadas previamente por Gerencia cuando se trata de montos superiores a \$ 2000.00
- ii. Realiza cotizaciones solo cuando se pide un material y existe conflicto con el proveedor habitual

Tesorería:

- i. Se encarga de realizar el cronograma de pagos y los pagos a los proveedores (se tiene deuda abultadas con proveedores importantes para la empresa).

#### Almacén:

- i. Realiza la recepción de los materiales comprados, y las devoluciones de materiales del taller, de terceros o devoluciones, y mantiene actualizado el sistema Data Easy con los ingresos y salidas de material.

#### Ingeniería:

- i. Realiza los diseños de los transformadores, los que hacen algunos diseños normalizados considerando los requerimientos del cliente.

#### Ventas

- i. Realiza las ventas y pasa las confirmaciones al área de planeamiento, ventas, ingeniería, producción y Sala de Pruebas, indicando en ello los plazos de entrega de los productos.

## **CAPITULO I**

### **DIAGNOSTICO ACTUAL**

La empresa motivo del presente trabajo es una dedicada a fabricar Transformadores eléctricos, que tiene 20 años de existencia y muchas limitaciones para cumplir con los plazos de entrega dados por el Departamento de Ventas a los clientes.

#### **Política de Calidad**

Suministrar Productos y Servicios que cumplan con todos y cada uno de los requerimientos a un Precio Justo, de Buena Calidad e Innovación Tecnológica para lograr la plena satisfacción de las necesidades de nuestros Clientes.

Esta Política de Calidad incluye nuestro compromiso de innovación y desarrollo de nuevos productos, que cumplan los estándares de calidad internacional, así como dar soluciones técnicas específicas a cada necesidad, en armonía con los principios de calidad, cuidado del medio ambiente y mejora continua del Sistema de Gestión de la Calidad NTP-ISO 9001 Edición 2001

## **Objetivos de la Calidad**

1. Implementar el Sistema de Calidad Total.
2. Poner en marcha la Gestión de No Conformidades.
3. Establecer un Sistema adecuado para identificar, evaluar y mejorar el Nivel de Satisfacción del Cliente.
4. Plasmar las Operaciones de CEA en Diagramas de Operaciones.

### **1.1. DIAGNOSTICO ESTRATEGICO**

Para este diagnóstico se usará el Análisis de FODA, este tipo de análisis representa un esfuerzo para examinar la interacción entre las características particulares del negocio y el entorno en el cual éste compete.

#### **1.1.1. Fortalezas y Debilidades.**

##### **1.1.1.1. Fortalezas:** Entre sus Fortalezas están

Tenemos alianzas con empresas que realizan tercería para algunos componentes de los transformadores como son bobinas de corriente, así como algunos servicios de habilitación de materiales,

- Esta empresa es la que diseñó y desarrolló un transformador mixto que actualmente es muy requerido, Tiene varios años de creación,

- Ingeniería siempre esta innovando los productos, disminuyendo así el costo y mejorando los diseños.

**1.1.1.2. Debilidades:** Entre sus Debilidades están :

La baja capacidad instalada, se tienen pedidos pero la capacidad instalada no permite contratar más personal ni comprar mas máquinas para aumentar la producción.

- Ventas ofrece a los clientes plazos de entrega muy cortos.

- Los diseños no están normalizados, lo que no permite a planeamiento pedir algunos materiales importantes con anticipación.

- Compras todavía no usa la tecnología para administrar sus compras.

- Compras no busca nuevos proveedores, precios y materiales con anticipación.

- Ingeniería depende solo de un Ingeniero para realizar los diseños de los transformadores (los demás son dibujantes que esperan indicaciones del ingeniero), por lo que se retrasa la entregar diseños.

- Las importaciones no llegan en las fechas indicadas, debido a las demoras en despacho de parte de los proveedores.

- Se exceden los plazos de entrega del producto a los clientes

- Los pagos a los proveedores de servicios y materiales están retrasados, en algunos casos mucho y se debe buscar a otro proveedor que la mayoría de las veces cobra más por sus materiales o servicios.

- Almacén no tiene al día el Sistema Data Easy donde ingresa las llegadas o salidas de materiales por lo que hay que verificar constantemente las existencias de materiales.



## **1.1.2. Oportunidades y Amenazas**

**1.1.2.1. Oportunidades:** Entre sus Oportunidades están que:

- El crecimiento de la agroindustria y la creación de centro poblados a hecho que la demanda de transformadores aumente.

Gracias a los actuales medios de comunicación nuestros transformadores se han hecho conocido en el extranjero y la demanda ha crecido.

**1.1.2.2. Las Amenazas:**

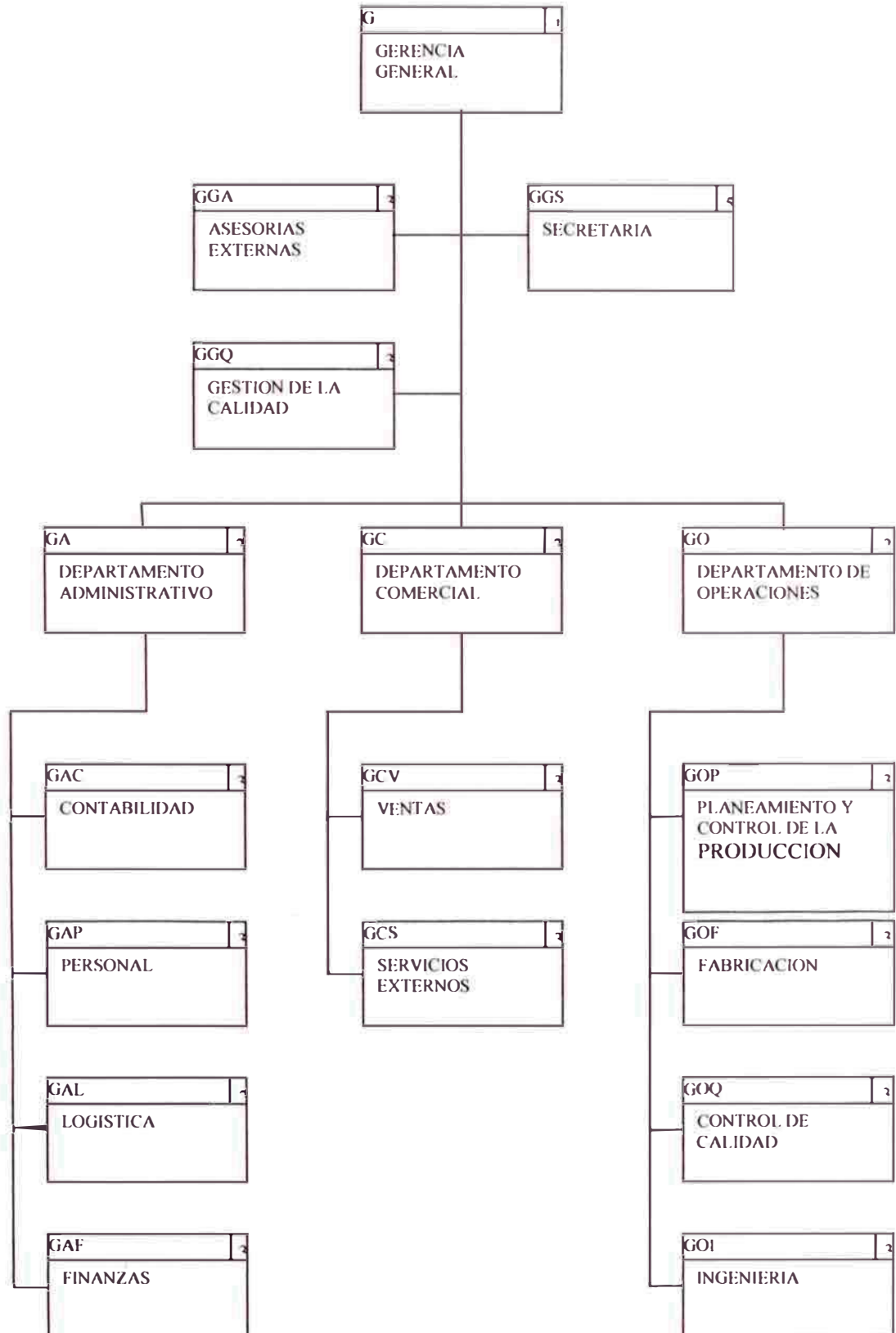
- Existen empresas con mejor maquinaria que nosotros que le permite realizar el trabajo de forma mas rápida, a menor precio que nosotros y mas eficientemente.

Los competidores compran materiales importados en gran cantidad lo que les permite tener material a menor precio.

Cada vez están apareciendo más competidores,

**1.2. DIAGNOSTICO FUNCIONAL:** En esta parte del informe se describirá las funciones de las diferentes áreas de esta organización que tiene un nivel jerárquico plano.

### 1.2.1. Organización de la empresa.



Breve descripción de las áreas funcionales:

**Gerencia:** Es un cargo ocupado por Ingeniero Industrial con años de experiencia que se encarga de aprobar los pagos y las compras que se realizan en la empresa, tomar decisiones de tipo gerencial.

**Asesoría Externa :** Lo componen los servicios que se contratan de cada cierto tiempo en la empresa como son consultorías, asesoría legal, etc.

**Secretaria :** Se encarga de apoyar a la Gerencia en la redacción de documentos y distribución de los mismos, recibir y dar recados, contestar el teléfono.

**Gestión de la Calidad:** Se encarga de ordenar el flujo de información para la obtención de ISO, asistir a charlas sobre la obtención de ISO, orientar al personal sobre los requisitos para la obtención de dicha norma.

**Departamento Administrativo:** Esta compuesto por los siguientes departamentos:

Contabilidad: Se encarga de llevar la parte contable de la empresa, verifica que los pagos se hagan de forma correcta y hace los balances, elaboración de la planilla de sueldos.

Personal: Se encarga de seleccionar al personal que trabajara en la empresa, conseguir ciertas charlas o cursos para el personal, velar por el bienestar del personal.

Logística: Se encarga de comprar los materiales requeridos por Planeamiento, recepcionar facturas, guías, hojas de pedido y facturas para enviarlos a tesorería, conseguir nuevos proveedores.

Finanzas: Se encarga de tramitar y efectuar los pagos de los proveedores los impuestos, servicios, etc. y las cobranzas a los clientes.

#### Departamento Comercial:

Ventas: Se encarga de conseguir a los clientes, elaboración de contratos, hacerles el seguimiento hasta la cancelación de la deuda.

#### Departamento de Operaciones:

Planeamiento y Control de la Producción: Se encarga del planeamiento de la producción, cotizaciones de tercería,

elaboración de cuadros para contabilidad, Distribución de materiales para los servicios de tercerías y pedir la compra de materiales nacionales e importados.

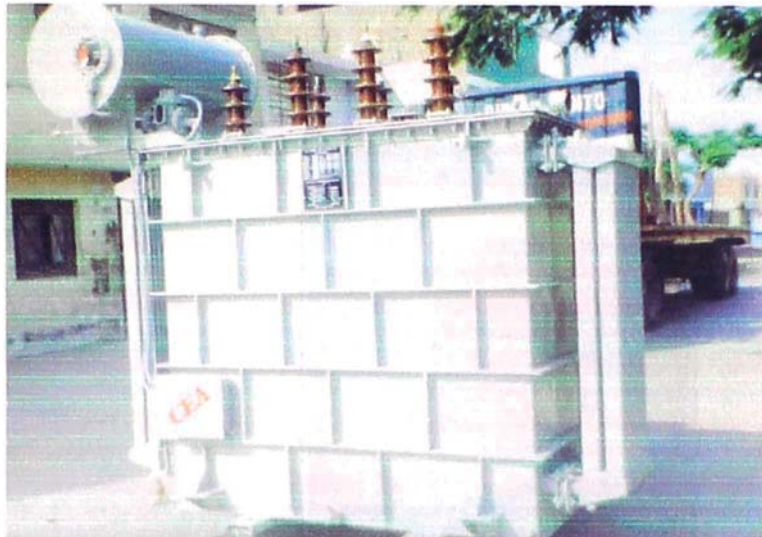
Fabricación: Se encarga de distribuir el trabajo de la planta, hacer el seguimiento del proceso y requerir las horas extras que fueran necesario para el cumplimiento del trabajo.

Control de Calidad : Se encarga de revisar y aprobar los procesos y los materiales que llegan a almacén, además cuenta con una sala de pruebas que se encarga de verificar que los productos cumplen con las especificaciones eléctricas requeridas por el cliente.

Ingeniería: Se encarga de realizar los diseños de los transformadores.

## **1.2.2. Productos:**

**1.2.2.1. Transformadores de Distribución,** son conformados por bobinas de distribución hechas con alambres o platinas montadas en núcleos de fierro silicoso y sumergidas en aceite dieléctrico dentro de tanques de fierro



**1.2.2.2. Transformadores Mixto de Corriente y Tensión**, en estos modelos se hacen bobinas de corriente y de tensión sumergidas en aceite dieléctrico dentro de tanques de fierro



**1.2.2.3. Transformadores Secos**, las bobinas de distribución se hacen parecidas a las de distribución pero recubiertas con barniz, colocadas dentro de cajuelas o no.



**1.2.2.4. Transformadores encapsulados en Resina,** Son pequeñas bobinas de tensión o corrientes dentro de resina (araldit, endurecedor, silice)



**1.2.3. Clientes:**

- Empresas distribuidoras de electricidad,  
Edelnor, Electro Oriente, Luz del Sur,  
Tecsur, Electronoroeste
- Municipalidades, consorcio de construcción como  
Graña y Montero,
- Mineras como Minera Yanacocha, Minsur, etc.

- Empresas agropecuarias de capacidad grande,  
, Hidrandina

#### 1.2.4. Proveedores:

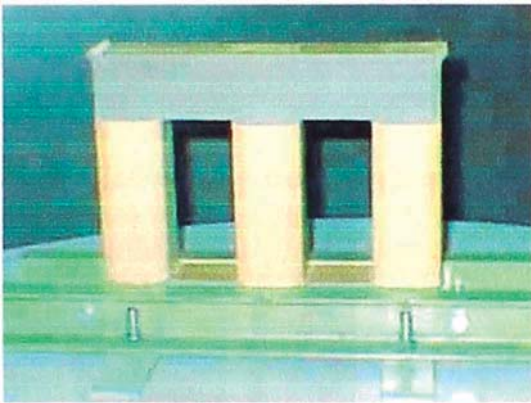
Material	Aplicación	Marca	Procedencia
* Acero Silicoso M2H	Núcleo	KAWASAKI	JAPON
Papel Krepé	Aislamiento AT – BT	ADAMAS	BRASIL
Aceite Dieléctrico	Encubado	ELECTRA 77	VENEZUELA
Zincromato Epóxico	Pintura Base	UNICOLOR'S	PERU
Esmalte Epóxico	Pintura Final	UNICOLOR'S	PERU
Plancha Delmat	Separadores	IMSETROM	PERU
Alambre Esmaltado H.	Bobinado de TP y TC	INDECO	PERU
Pletina de Cu.	Bobinado Primario TC	METALCO S.A	PERU
* Papel Presphan	Aislamientos	ADAMAS	BRASIL
* Papel Kraft	Encintado de Plet. Cu.	ADAMAS	BRASIL
Araldite D	Protecciones	QUIMICA SUISA	SUIZA
* Aisladores 20NF250	Bornes de AT.	CED – COMEN	ITALIA
Aislador Poliméricos	Bornes de AT.	SILICOM	PERU
* Int. Termomagnético	Bornes de BT.	LG	ESPAÑA
* Válvula Sobrepresión	Tapa	CED – COMEN	ITALIA
Válvula de Vaciado	Tanque	CED – COMEN	ITALIA
Empaquetadura	Encubado	ELASTOMEROS	PERU
Plancha de Fe.	Tanque	SIDER – PERU	PERU
Canal U y Varillas Fe.	Estructura Metálica	SIDER – PERU	PERU



- Materiales directamente importados por nuestra empresa productora de transformadores.

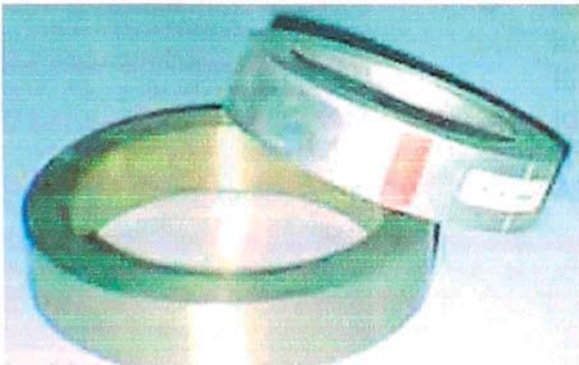
## Componentes Principales de los Transformadores

### 1.- Núcleo de Fe-Si ( Traf. Tensión )



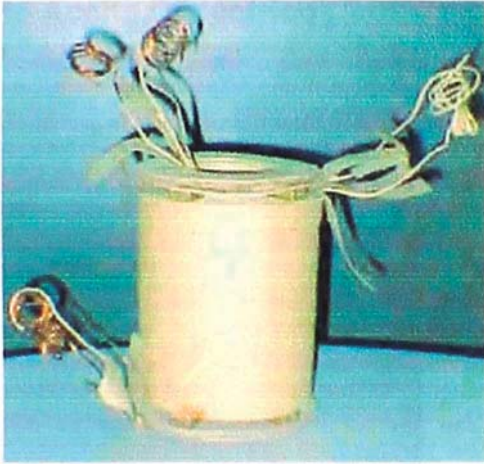
- Kawasaki- Japon
- Calidad M2H.
- Fierro Silicoso de Grano Orientado.
- Chapa Fe-Si recortada.
- Compactos con Araldit Ciba Geigy.
- Mínima emisión de ruido.

### 2.- Núcleo Toroidal ( Traf. Corriente ) .



- Tipo Toroidal.
- Marca Empay-Turquia.
- Excelente respuesta para Altas frecuencias.
- Grano Orientado.
- Peso y Volumen menor.
- Mínimas Pérdidas.
- Eliminación de entrehierro.

### 3.- Arrollamientos de Tensión .



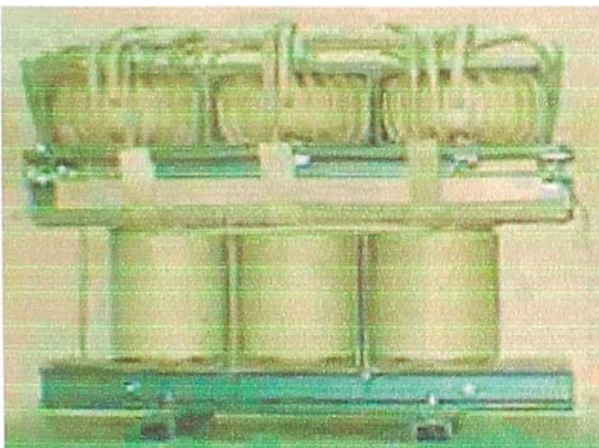
- Arrollamientos protegido contra sobretensiones transitorias.
  - Fabricado con cobre electrolítico doble esmalte.
  - Aislamiento entre capas de papel Pressphan.
- Factor de Tensión : Continuo K =  
 =  
 Conex. Y(30 S.) K = 1.5-1.9 Conex.  
 D(8 Hr.) K = 1.9

#### 4.- Arrollamientos de Corriente .



- Disposición de espiras radiales al eje del toroide .
  - Mínimas pérdidas Joule.
  - Mínimos esfuerzos electrodinámicos de C.C.
  - Capacidad térmica de acuerdo a la instalación.
- $I_{th} = (100-300) \cdot I_n$   
 $I_{dyn} = 2.5 \cdot I_{th}$
- Aislamientos entre AT y BT de Cinta Crepe ADAMAS.

#### 5.- Aislamientos Sólidos.



- Marca Munsko-Noruega.
- Compuesto de Pressboard.
- Base de Celulosa.
- Clase térmica 105 °C.
- Al impregnarse con aceite dieléctrico multiplica su poder aislante frente a las sobretensiones del tipo impulso.

## 6.- Aceite Dieléctrico



- Marca Electra 77 - Venezuela.
- Rigidez Dieléctrica > 50 KV. Norma D1816-79
- Baja Viscosidad.
- Buena transferencia térmica.
- Cumplen con los estándares de calidad NORVEN.
- Recomendable para Tensiones hasta 36 KV.

## 7.- Aisladores y Terminales.



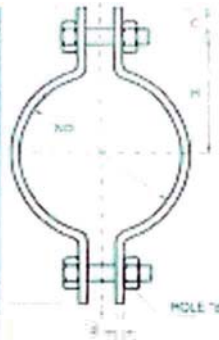
- Aisladores de Goma de Silicona - PERU. O de Porcelana marca Cedaspe
- Para 15 KV : BIL 125 KV, 100 A, 540 mm. línea de fuga.
- Para 24 KV : BIL 170 KV, 100 A, 720 mm. línea de fuga.
- Control excelente de la corriente de fuga.
- Resistencia a la severa contaminación Ambiental.
- Hidrofobicidad Natural (HC1)
- Resistente a los Rayos UV.

## 8.- Tanque Ovalado o Rectangular.



- Diseño con el mínimo de uniones soldadas.
- Fabricada con plancha de acero laminado en frío 2 mm.
- Decapado con sistema de Arenado en Alta Presión.
- Pintura base de zincromato epóxico y acabados con esmalte epóxico > 150 micras.
- Certificado de Prueba de Corrosión.

## 9.- Accesorios .



**Abrazadera 1/2Luna**



**Soporte  
de Abrazadera**

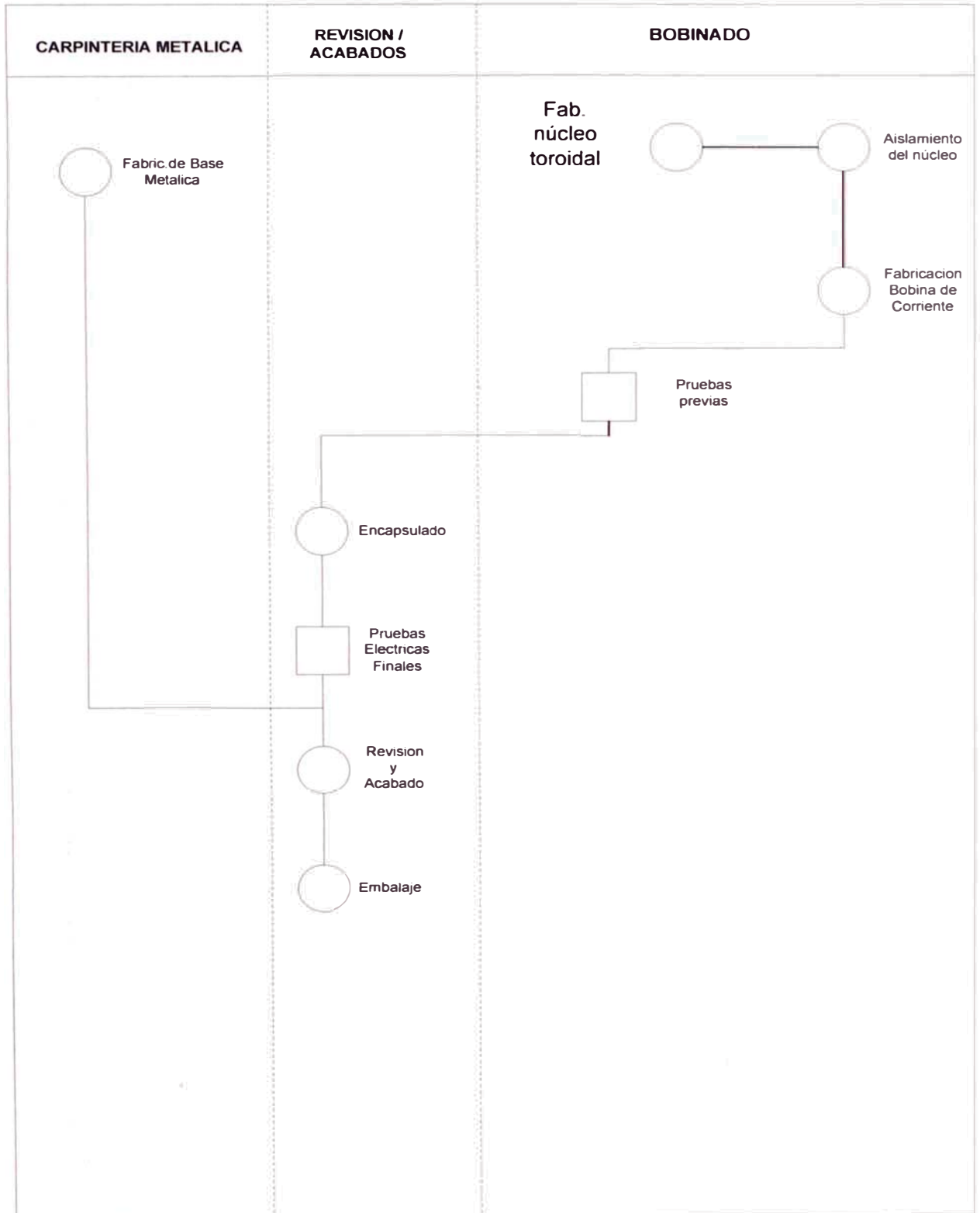
- Válvula de Seguridad de Bronce 25KPA.
- Indicador de Nivel de Aceite.
- Soporte de Abrazaderas para montaje exterior.
- Abrazadera Media Luna para sujeción de transformador en Poste
- Pernos de Acero Inoxidable para puesta a tierra.
- Etiquetas de seguridad.

## 10. Tablero de Baja Tensión.

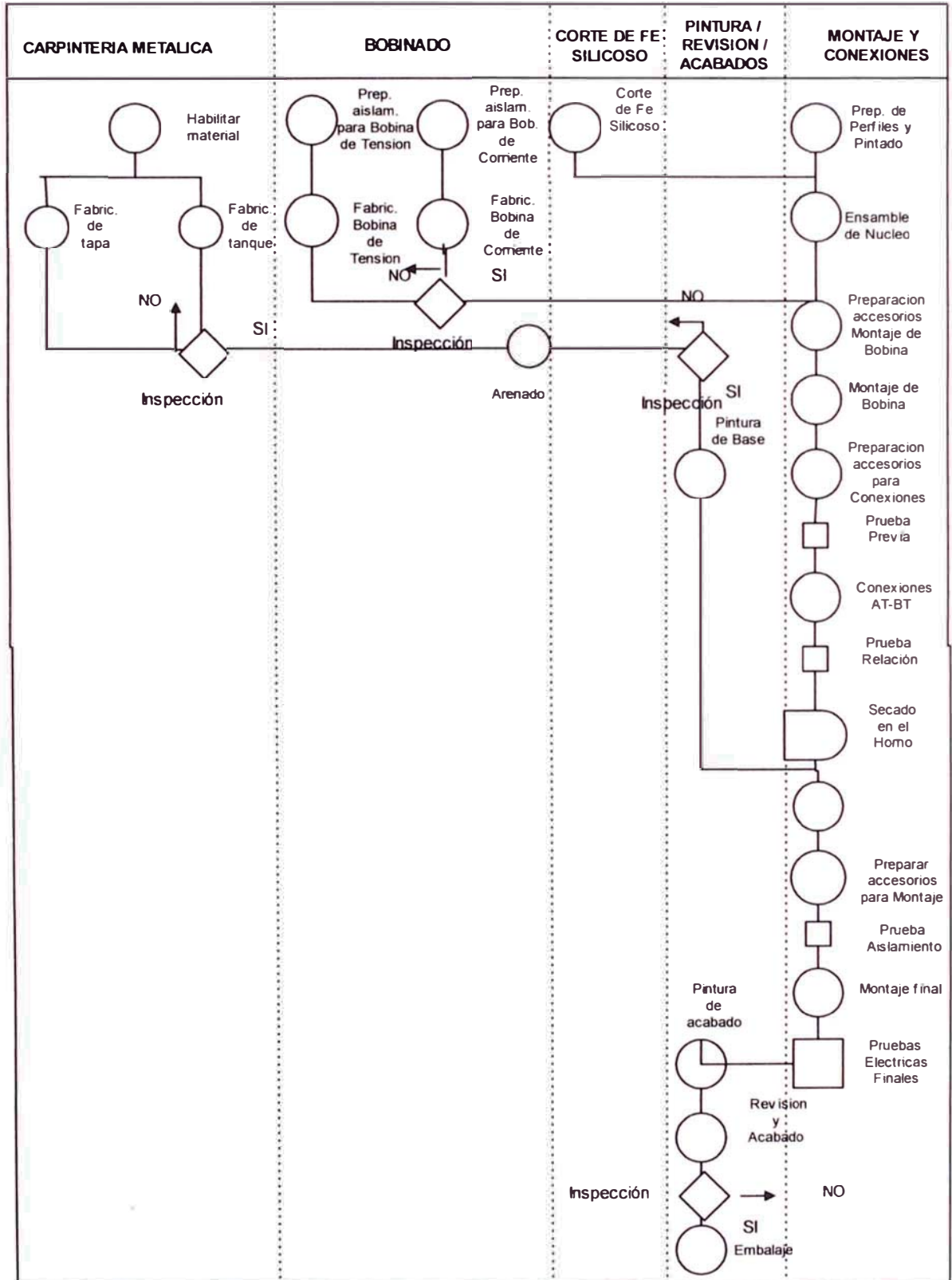
- Caja de BT marca Rittal-Alemania con grado de protección IP-66.
- Placa de Bornes Terminales marca Pioch- Francia para salidas BT
- Interruptores Termomagnéticos LG-Korea para protección del T.P.
- Borneras Seccionables Marca Phoenix Contact-Alemania para salidas del T.P.
- Borneras Cortocircuitables Marca Phoenix Contact-Alemania para salidas del T.C.
- Diagrama de conexiones.

### 1.2.5. Procesos:

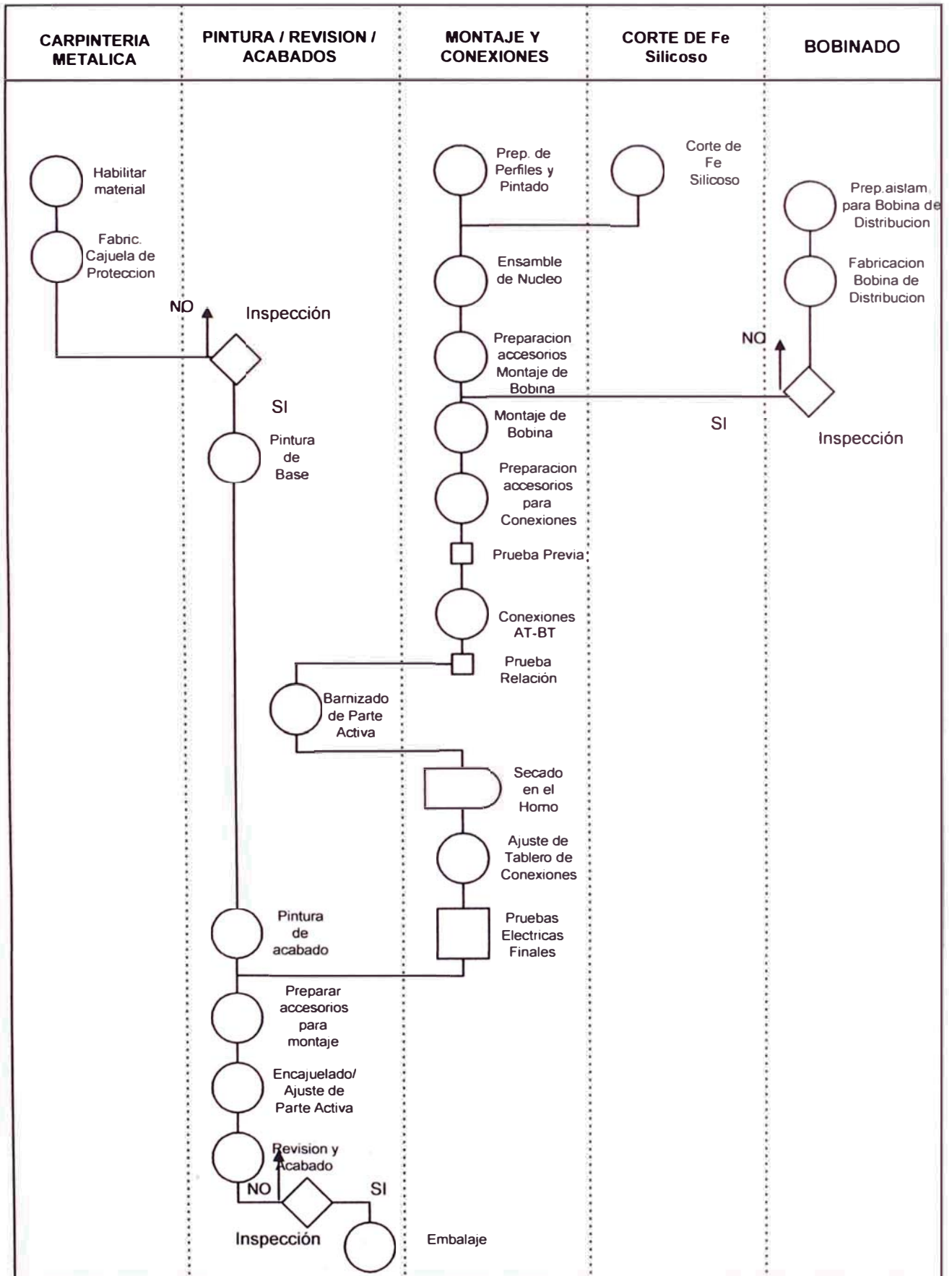
## TRANSFORMADOR DE CORRIENTE ENCAPSULADO EN RESINA EPOXICA BLOQUE



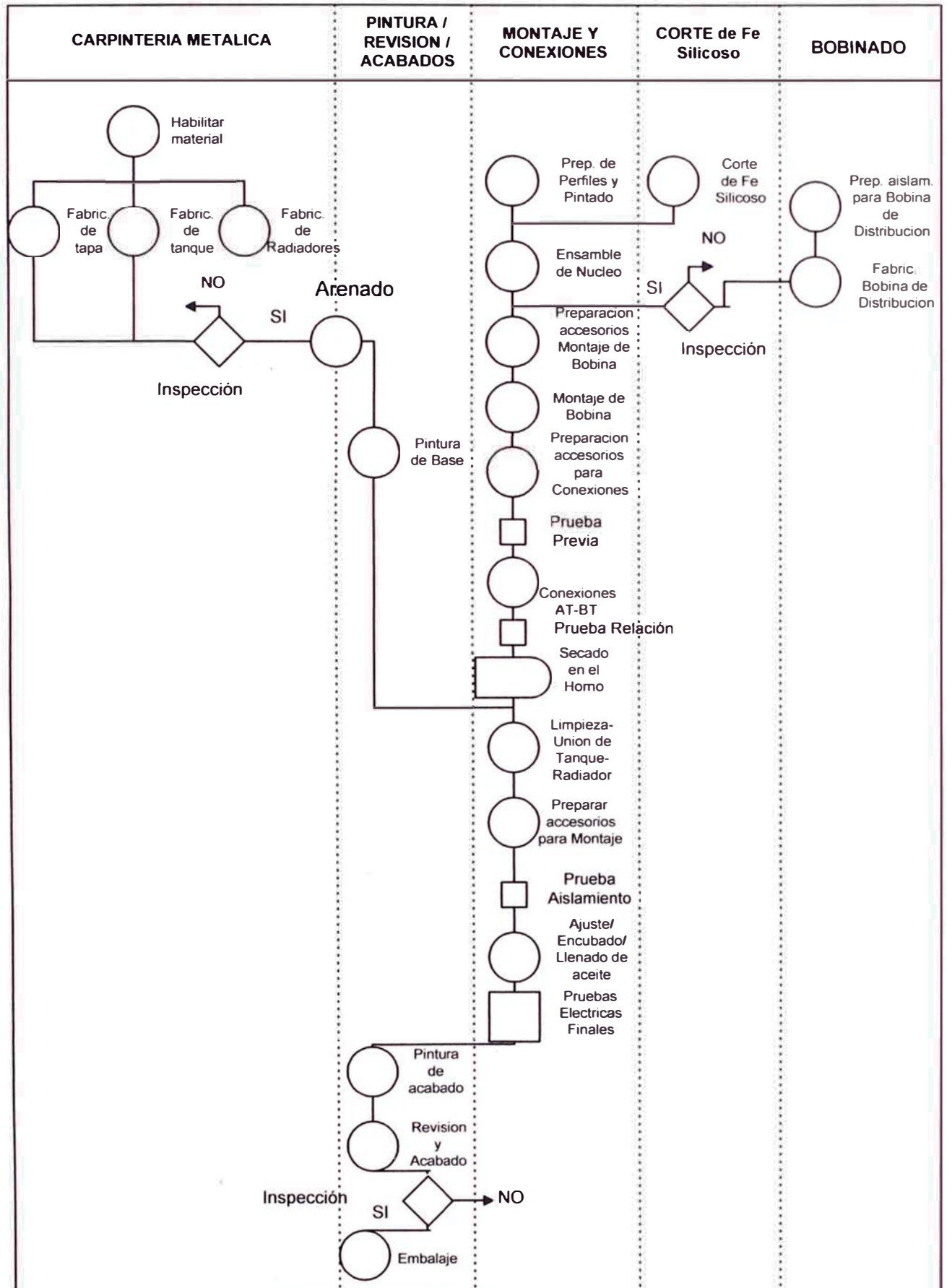
## DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DEL TRANSFORMADOR MIXTO DE TENSION Y CORRIENTE : TRAFOMIX



# TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION SECO



# TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION SUMERGIDO EN ACEITE





## **NORMAS DE FABRICACION Y PRUEBAS**

- **IEC 60044-1**  
**Transf. de Corriente Medida y Protección.**
- **IEC 60044-2**  
**Transf. De Potencial Medida y Protección.**
- **NTN 370.026**  
**Transf. De Corriente Medida y Protección.**
- **ASTM D1816**  
**Aceites Dieléctricos**
- **\* Especificación Técnica de Luz del Sur**  
**N° DNC-ET-009**
- **\* Especificación Técnica de EDELNOR**  
**N° DNN-ET-040.**

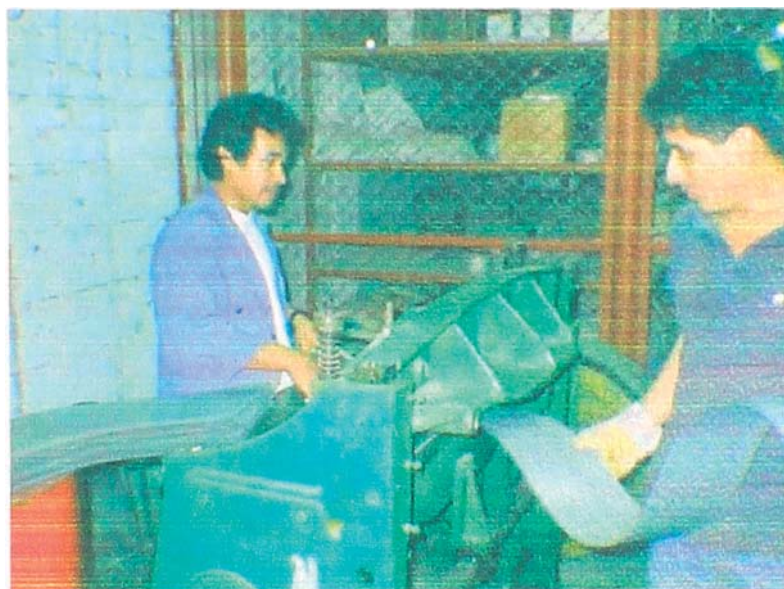
## **CLASIFICACION DE LOS TRANSFORMADORES**

- **Por el N° de Fases : Monofásicos o Trifásicos.**
- **Por el tipo de conexión : Delta o Estrella.**
- **Por el montaje : Exterior o Interior.**
- **Por la posición de los Aisladores : A o B.**

## 1.2.6. Análisis de los Procesos Principales

### CORTE DE FIERRO SILICOSO

Corte de Fierro Silicoso con maquina eléctrica muy antigua y alimentación manual (se necesita a dos operarios a la vez para el corte de fierro silicoso, uno de ellos solo para sostener el fleje de fierro silicoso, la maquina diseñada para este fin nunca se termino de fabricar, en empresas grandes esto lo realiza una maquina y un operario que opera la máquina y retira los cortes), El fierro silicoso es un material critico porque es importado y varias veces a sufrido retrasos en su llegada por lo que se ha tenido que comprar en el mercado nacional a un precio muy elevado.



## ENSAMBLE DE NUCLEO DE FIERRO SILICOSO

El armado del núcleo es manual ajustado con perfiles Z o U y espárragos de fierro, la parte superior se quitará para colocar las bobinas de tensión o distribución, este trabajo no usa ningún tipo de maquina, solo el tecele para levantar el núcleo, es un trabajo manual que cualquier operario puede realizar con poco entrenamiento, para los transformadores trifásicos y deltas se usa 7 piezas por capa y para los monofásicos 4 piezas, pero colocando 2 chapas a la vez y cruce con excentricidad de 5 mm, se debe tener cuidado de no montar las chapas, porque ocasionaría perdidas de tensión.



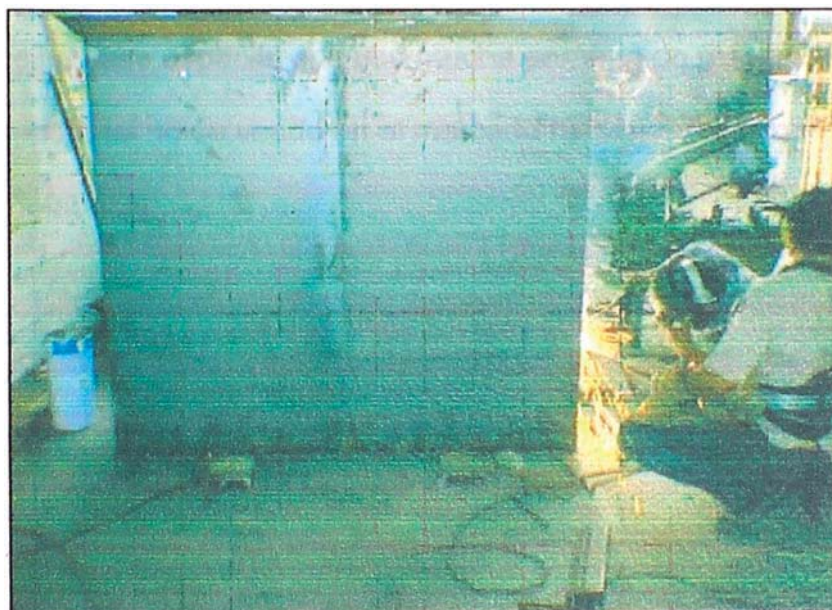
## **BOBINADO DE BOBINAS DE DISTRIBUCION Y TENSION**

Bobinado de bobinas en maquina eléctrica a pedal, el soldado de cobres y corte de aislamiento es manual, se usan alambres para la alta y baja en caso de ser bobinas de tensión y para los casos de transformadores de distribución se usa para la Alta Tensión Pletina de cobre que tienen sección transversal rectangular, las pletinas llegan del proveedor sin forrar, se envía a terciaría junto con cinta Kraft para que haga este trabajo a 4 capas con traslape de 50%, la demora en este proceso se efectúa por dos razones, primero por retrasos en pago del proveedor de platina por lo que no atiende nuestro pedido con rapidez y también porque la cinta para el forrado de platinas y los listones de cartón para el aislamiento son importados, estos han sufrido retrasos en su llegada o por recorte de pedido que luego no alcanzo para cubrir la producción.



## FABRICACION DEL TANQUE DE FIERRO

El Corte, dobléz, aleteados, rolados y acanalados de Fierro se hacen en tercería por que la planta no cuenta con espacio para ubicar maquinas que realicen esas labores, pero el apuntalado y soldado de unión y sellado de tanques en la empresa con soldadura por arco y con ayuda de un tecele para mover tanques, se hace en un local mas pequeño que pertenece a la empresa, pero aun para este proceso no alcanza el espacio por lo que se hace pedido de tanques a proveedores externos con el diseño de la empresa, esto ha ocasionado que las fallas aumenten, porque los trabajadores de nuestra empresa tienen varios años de experiencia, pueden detectar los errores de diseño mas rápidamente y corregirlos antes de realizar el trabajo, lo que no ocurre con los proveedores externos que terminan el trabajo y cualquier corrección en los tanque que se tenga que hacer tiene un costo adicional, además de perjudicar el material usado.



## **MONTAJE DE BOBINAS DE DISTRIBUCION EN EL NUCLEO FE FIERRO SILICOSO**

Para empezar el Montaje de bobinas en el núcleo de fierro silicoso primero se forran las columnas del núcleo con cartón pressphan se bajan las hawianas par mejor aislamiento de bobina con el núcleo en la parte superior e inferior se colocan tacos de cartón de 10mm y se ponen las bobina, en el caso de la foto es una bobina combinada la baja tensión se hizo enrollando la platina de forma normal tiene un inicio y varios finales, pero la alta tensión se hizo con bobinado tipo galleta se enrolló pletina en forma de platos con salidas que se unieron a unas barras de cobre mas gruesas, luego se hizo el cierre de yugos manual se volvió a colocar los flejes superiores que se quitaron del núcleo, la parte critica de este proceso es el aislamiento por lo que se prueba cuando se realizo para luego recién hecharle el barniz para fijar los cartones, en este caso la demora se efectúa en la compra de perneria que se usara en la conexión de cada galleta con la barra de cobre porque este es un caso especial que usa mucha perneria de mayor diámetro de cobre este material no se vende en el mercado nacional por lo que se debe mandar a fabricar,.



## **CONEXIONADO DE TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION**

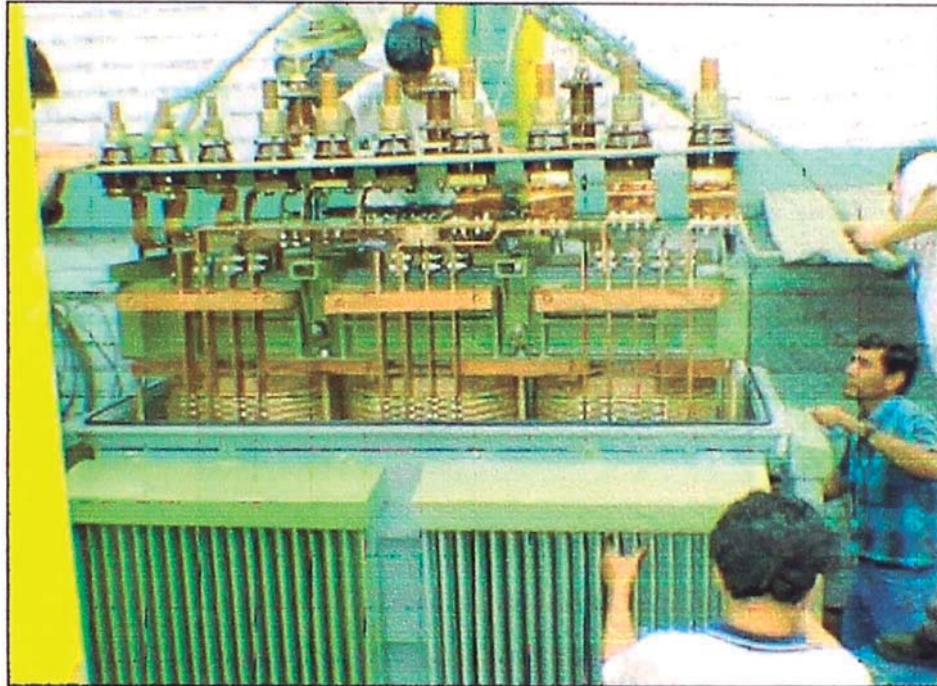
El conexionado se hace soldando los cobres siguiendo el diagrama proporcionado por Ingeniera con equipo electrógeno y luego de la habilitación de cobres manual (cortes y agujereados de cobre, aislamientos), luego de este procesos también se realizan pruebas eléctricas mas completas, y se verifica que este muy seca la parte activa para demorar el envejecimiento del aceite o las posibles descargas, en esta parte lo mas critico es la prueba eléctrica que se realiza con un Tetex que es una maquina que ha sufrido descomposturas y su arreglo se ha tenido que hacer en su país de fabricación lo cual a tardado un poco de 2 meses.



### **MONTAJE FINAL**

El encubado de parte activa se realiza en el tanque limpiado con gasolina y aire comprimido con ayuda de un teclé se introduce la parte activa luego se se colocan los accesorios (válvulas, aisladores, etc), se hacen las conexiones interiores y hace el llenado de aceite con bomba manual, manual), el inconveniente con el que nos tropezamos en esta parte del proceso es la escasez del aceite que cumpla con la capacidad dieléctrica requerida para estos transformadores, incluso si son cilindros del mismo lote no todos cumplen las condiciones necesarias por lo que todos cilindros que llegan son probados para esto deben de tener un tiempo de reposo de medio día por cilindro, para el caso de la foto se usarían de 3 a 4 cilindros lo que significaría una demora de 1.5 a 2 días como mínimo, ya que solo se cuenta con un solo espirómetro para esta prueba.



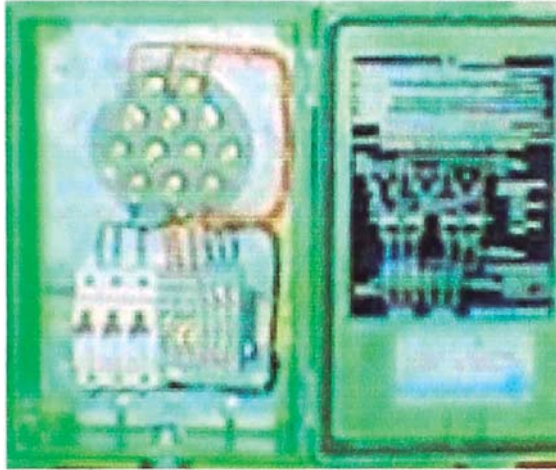


### **CABLEADO EXTERIOR DEL TRANSFORMADOR Y MARCACION DE TERMINALES**

Se efectúa según los diagramas proporcionados por Ingeniería y según especificaciones del cliente, en caso de ser trafomix, las conexiones exteriores se hacen por las borneras que tiene las conectadas los terminales interiores, en caso de transformadores de distribución las conexiones salen por la tapa superior.

- Caja de BT marca Rittal-Alemania con grado de protección IP-66.
- Placa de Bornes Terminales marca Pioch- Francia para salidas BT
- Interruptores Termomagnéticos LG-Korea para protección del T.P.
- Borneras Seccionables Marca Phoenix Contact- Alemania para salidas del T.P.
- Borneras Cortocircuitables Marca Phoenix Contact- Alemania para salidas del T.C.

- Diagrama de conexiones.



## PRUEBAS ELECTRICAS

Las Pruebas (impulso, clase, megado, relación) se hacen a lo largo de fabricación para bobina y conexiones y al final de la fabricación, antes del acabado, pero solo se tiene un Tetex para las pruebas por lo que las pruebas se tuvieron que realizar en otras empresas algunas cobraban un precio muy alto por el servicio y las que no tanto, se demoraban en realizar las pruebas que llegaban hasta 01 semana,



- De Rutina:
- 1.- Medición de la Resistencia de Aislamiento.
  - 2.- Medición de la Resistencia de Arrollamiento.
  - 3.- Verificación de la Polaridad y Grupo.
  - 4.- Verificación de la Clase de Precisión TC's.

5.- Verificación de la Clase de Precisión TP.

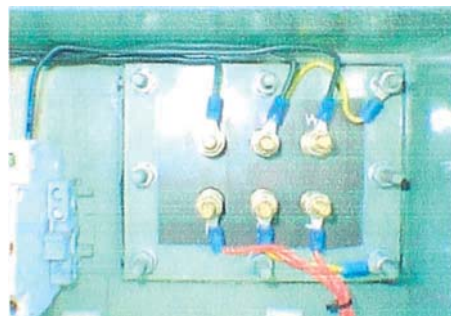
6.- Medición de la Rigidez Dieléctrica del Aceite.

7.- Ensayo de Tensión Aplicada.

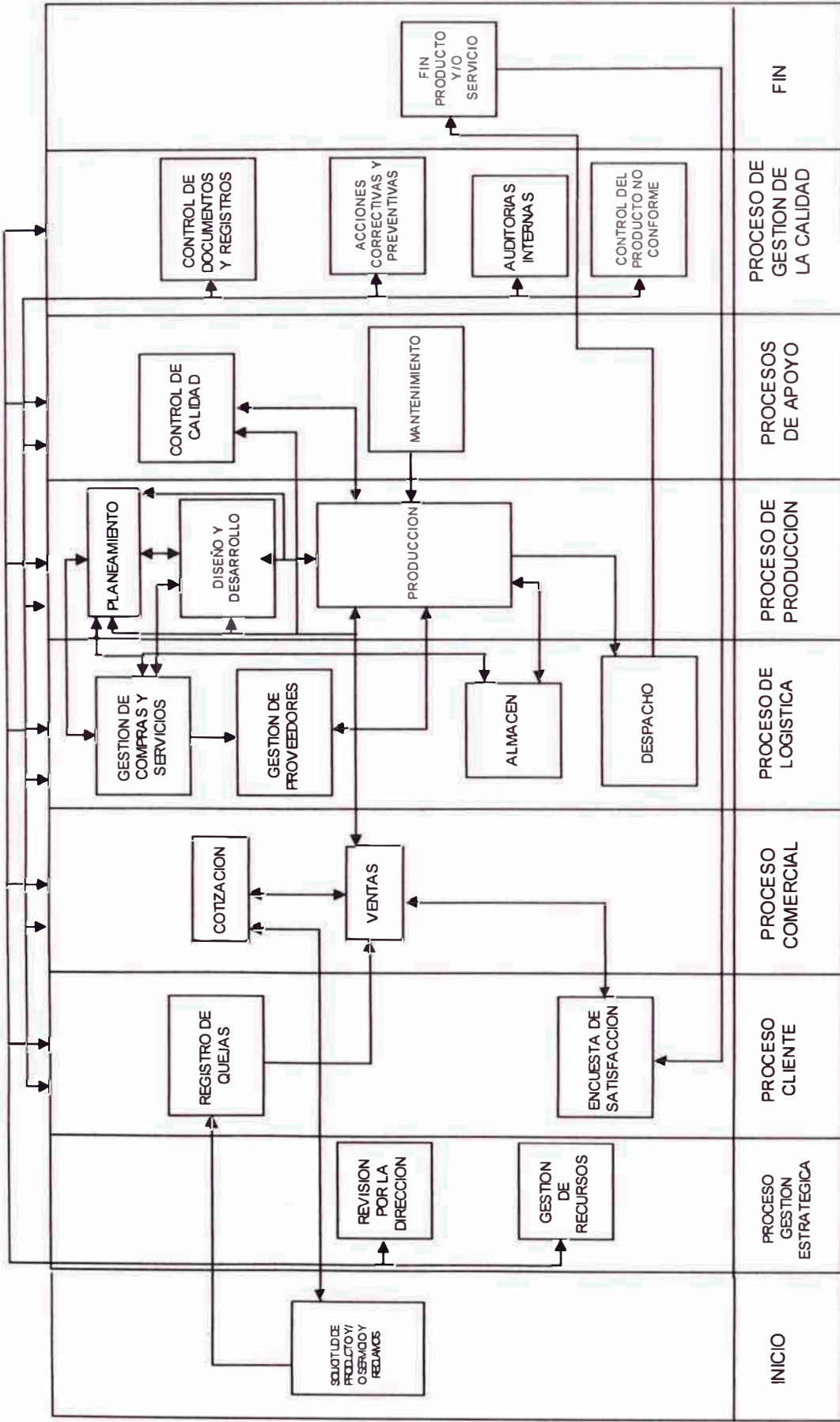
8.- Ensayo de Tensión Inducida.

### **PINTADO Y ACABADO**

Se realiza el pintado base, antes de hacer el montaje de la parte activa con pintura Zincromato epoxico para evitar la corrosión del metal y luego de encubado se pinta de acabado en color gris, se hacen las conexiones exteriores en la caja bornera y la marcación de las señales y terminales.



# MAPA DE PROCESOS



## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

- 2.1 LLUVIA DE IDEAS :** O brainstorming, también denominada tormenta de ideas, es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado. La lluvia de ideas es una técnica de grupo para generar ideas originales en un ambiente relajado.

Definir	Creatividad
Reunión de Datos	Medir
Análisis de Datos	Analizar
Toma de decisión	Mejorar
Planeación	Controlar
Trabajo en Equipo	

Esta herramienta fue ideada en el año 1941 por Alex F. Osborne, cuando su búsqueda de ideas creativas resultó en un proceso interactivo de grupo no estructurado que generaba más y mejores ideas que las que los individuos podían producir trabajando de forma independiente; dando oportunidad de

hacer sugerencias sobre un determinado asunto y aprovechando la capacidad creativa de los participantes.

Pasos :

La principal regla del método es aplazar el juicio, ya que en un principio toda idea es válida y ninguna debe ser rechazada. Habitualmente, en una reunión para resolución de problemas, muchas ideas tal vez aprovechables mueren precozmente ante una observación "juiciosa" sobre su inutilidad o carácter disparatado. De ese modo se impide que las ideas generen, por analogía, más ideas, y además se inhibe la creatividad de los participantes. En un brainstorming se busca tácticamente la cantidad sin pretensiones de calidad y se valora la originalidad. Cualquier persona del grupo puede aportar cualquier idea de cualquier índole, la cual crea conveniente para el caso tratado. Un análisis ulterior explota estratégicamente la validez cualitativa de lo producido con esta técnica.

A continuación la técnica puede ser complementada con otras como la clasificación de ideas, la selección de ideas y la cuantificación de ideas.

Método para hacer Tormenta de ideas:

- Aplazar el juicio y no realizar críticas hasta que se agoten las ideas porque actuaría como inhibidor.

Se ha de crear una atmósfera de trabajo en la que nadie se sienta amenazado.

- Cuantas más ideas se sugieren mejores resultados se alcanzarán:  
"la cantidad produce la calidad".

Las mejores ideas aparecen tarde en el periodo de producción de ideas. Será más fácil que encontremos las soluciones y tendremos más variedad sobre la que elegir.

- La producción de ideas en grupos puede ser más efectiva que la individual
- El asociacionismo: se pone en juego la imaginación y la memoria de forma que una idea encadena y trae a otra. Las leyes que contribuyen a asociar las ideas son:
  - a) Semejanza: con analogías, metáforas...
  - b) Oposición: nos da ideas que conectan dos polos opuestos mediante la antítesis, la ironía...
- Tampoco debemos olvidar que durante las sesiones, las ideas de una persona, serán asociadas de manera distinta por cada miembro, y hará que aparezcan otras por contacto.

La Lluvia de Ideas generalmente se relaciona con:

- |                                 |                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| • Diagrama de Afinidad          | •Diagrama de Causa y Efecto         |
| • Análisis del Campo de Fuerzas | •Diagrama de Interrelaciones        |
| • Hoja de Verificación          | •Checklist para la Reunión de Datos |
| • Multi-votación                | •Técnica de Grupo Nominal           |

**2.2 DIAGRAMA DE ISHIKAWA** (Teoría de sustento): Para la visualización de los problemas que interfieren con el cumplimiento efectivo y eficaz del Sistema de Abastecimiento de materiales usará como primer paso el Diagrama de Ishikawa El diagrama de Ishikawa nos ayuda a graficar las causas



del problema que estudiemos a analicemos. Es llamado “Espina de Pescado” por la forma en que iremos colocando cada una de las causas o razones que a nuestro entender originan un problema. Tiene la ventaja que nos permite visualizar de una manera muy rápida y clara, la relación que tiene cada una de las causas con las demás razones que inciden en el origen del problema. En algunas oportunidades son causas independientes y en otras, existe una íntima relación entre ellas, las que pueden estar actuando en cadena.

Conforme podemos leer en diversos artículos sobre gerencia, la mejor manera de identificar problemas es a través de la participación de todos los miembros del equipo de trabajo que integramos y lograr que todos los participantes vayan enunciando sus sugerencias. Los conceptos que expresen las personas, los iremos colocando en diversos lugares. El resultado obtenido es nuestra Espina de Ishikawa.

Ideado en 1953 se incluye en él los siguientes elementos:

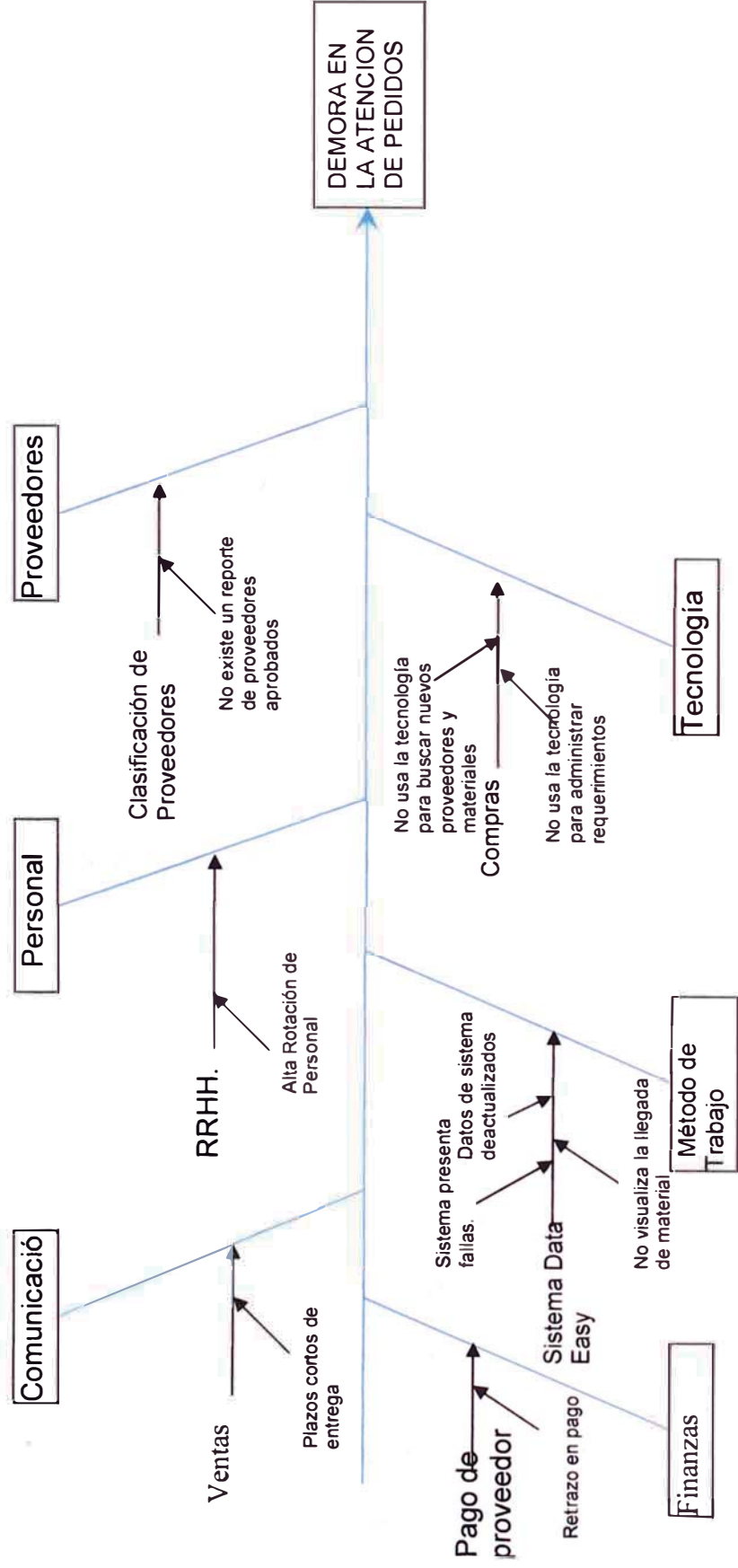
- a) El problema principal que se desea analizar, el cual se coloca en el extremo derecho del diagrama. Se aconseja encerrarlo en un rectángulo para visualizarlo con facilidad.
- b) Las causas principales que a nuestro entender han originado el problema.

Gráficamente está constituida por un eje central horizontal que es conocida como “línea principal o espina central”. Posee varias flechas inclinadas que se extienden hasta el eje central, al cual llegan desde su parte inferior y superior, según el lugar adonde se haya colocado el problema que se estuviera analizando o descomponiendo en sus propias causas o razones. Cada una de

las representa un grupo de causas que inciden en la existencia del problema. Cada una de estas flechas a su vez son tocadas por flechas de menor tamaño que representan las “causas secundarias” de cada “causa” o “grupo de causas del problema”.

El Diagrama que se efectúe debe tener muy claramente escrito el nombre del problema analizado, la fecha de ejecución, el área de la empresa a la cual pertenece el problema y se puede inclusive colocar información complementaria como puede ser el nombre de quienes lo hayan ejecutado, etc.

**DIAGRAMA DE ISHIKAWA :**



### 2.3. MODELO DE LAS 5 FUERZAS de PORTER:

En 1980 Michael Porter desarrolló este método de análisis con el fin de descubrir qué factores determinan la rentabilidad de un sector industrial y de sus empresas. Para Porter, existen 5 diferentes tipos de fuerzas que marcan el éxito o el fracaso un sector o de una empresa:

**1. Amenaza de entrada de nuevos competidores.** El mercado o el segmento no son atractivos dependiendo de si las barreras de entrada son fáciles o no de franquear por nuevos participantes, que puedan llegar con nuevos recursos y capacidades para apoderarse de una porción del mercado.

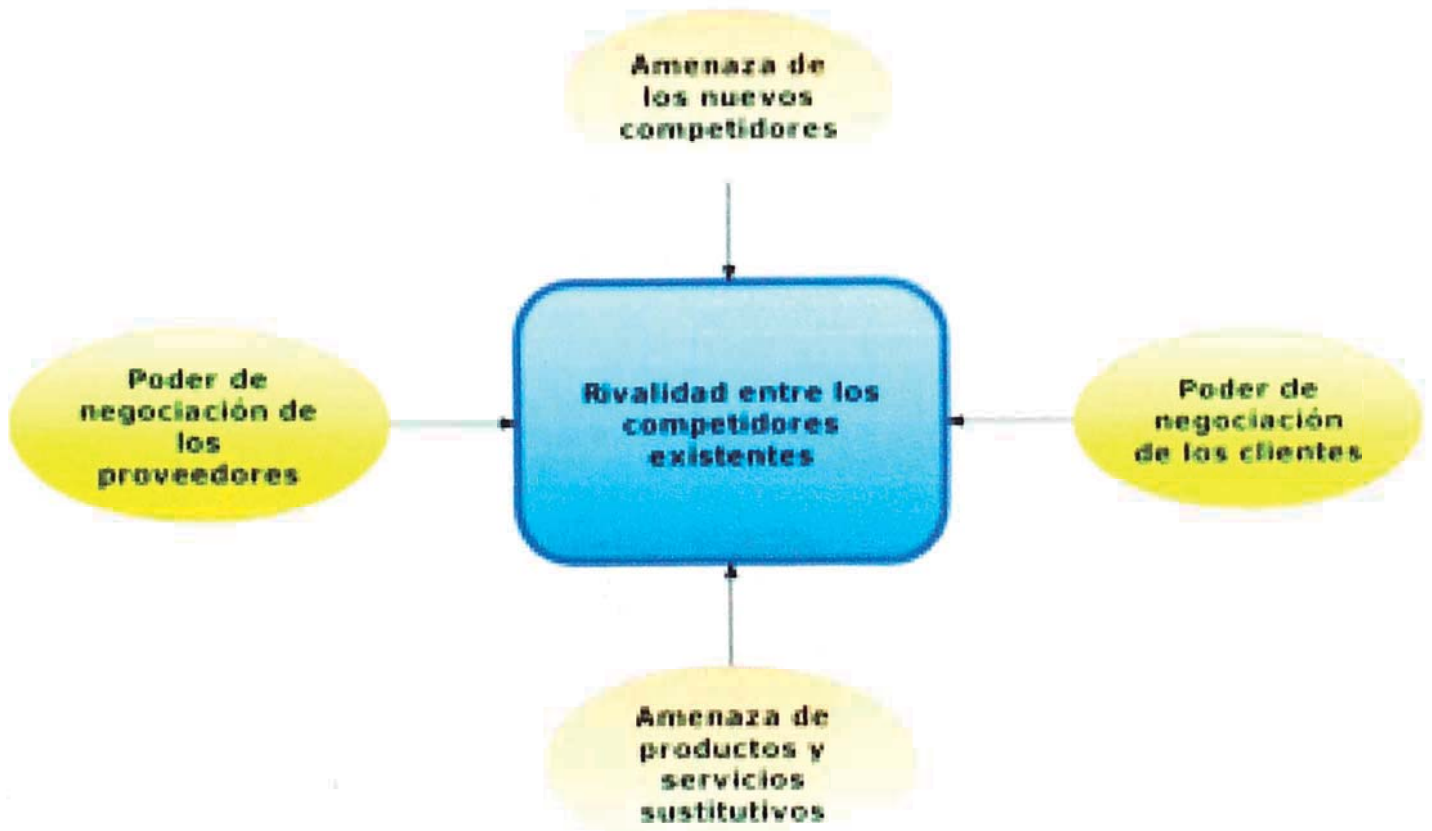
**2. La rivalidad entre los competidores.** Para una corporación será más difícil competir en un mercado o en uno de sus segmentos donde los competidores estén muy bien posicionados, sean muy numerosos y los costos fijos sean altos, pues constantemente estará enfrentada a guerras de precios, campañas publicitarias agresivas, promociones y entrada de nuevos productos.

**3. Poder de negociación de los proveedores.** Un mercado o segmento del mercado no será atractivo cuando los proveedores estén muy bien organizados gremialmente, tengan fuertes recursos y puedan imponer sus condiciones de precio y tamaño del pedido. La situación será aún más complicada si los insumos que suministran son claves para nosotros, no tienen sustitutos o son pocos y de alto costo. La situación será aun más crítica si al proveedor le conviene estratégicamente integrarse hacia delante.

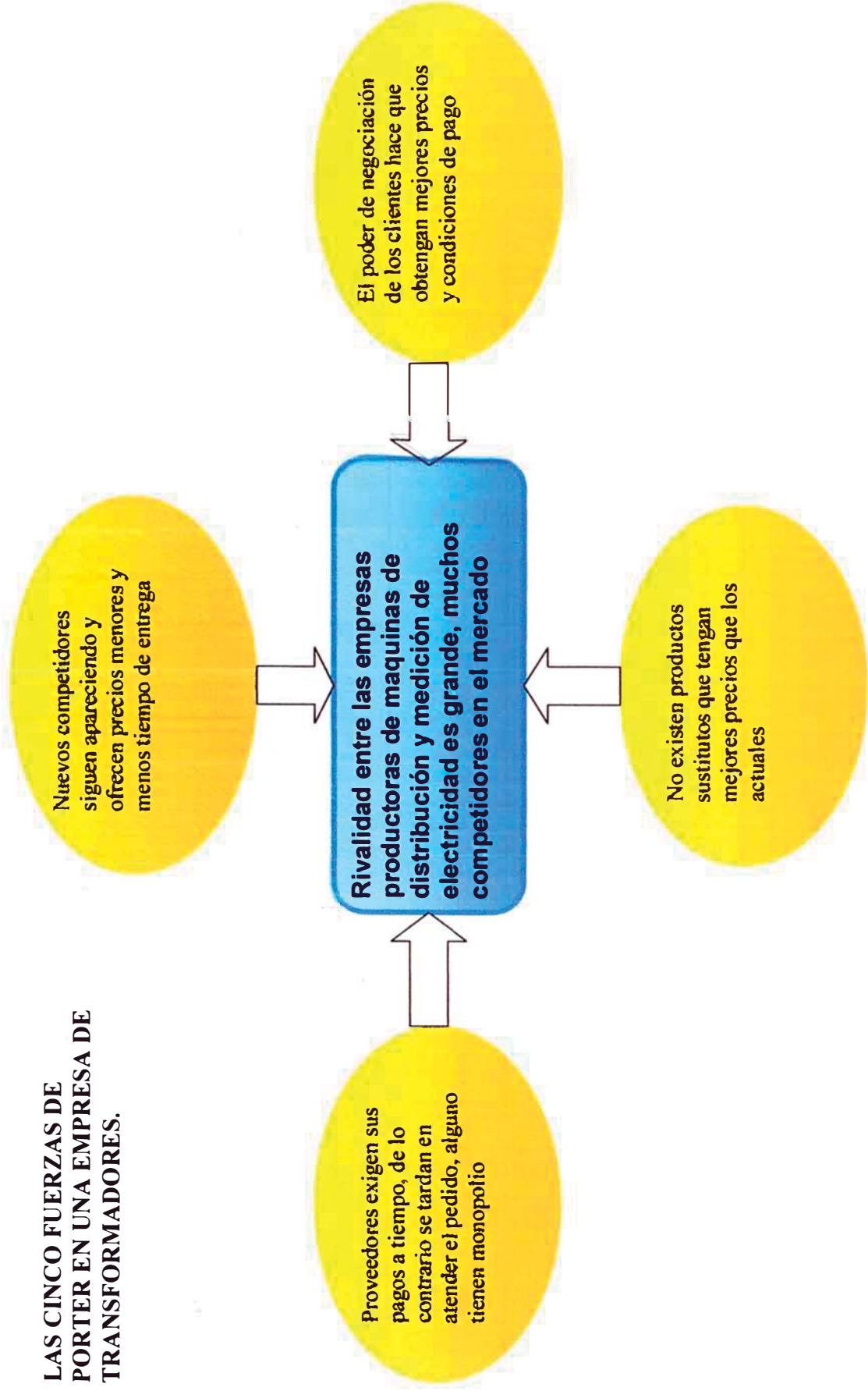
**4. Poder de negociación de los compradores.** Un mercado o segmento no será atractivo cuando los clientes están muy bien organizados, el producto

tiene varios o muchos sustitutos, el producto no es muy diferenciado o es de bajo costo para el cliente, lo que permite que pueda hacer sustituciones por igual o a muy bajo costo. A mayor organización de los compradores, mayores serán sus exigencias en materia de reducción de precios, de mayor calidad y servicios y por consiguiente la corporación tendrá una disminución en los márgenes de utilidad. La situación se hace más crítica si a las organizaciones de compradores les conviene estratégicamente sindicalizarse.

**5. Amenaza de ingreso de productos sustitutos.** Un mercado o segmento no es atractivo si existen productos sustitutos reales o potenciales. La situación se complica si los sustitutos están más avanzados tecnológicamente o pueden entrar a precios más bajos reduciendo los márgenes de utilidad de la corporación y de la industria.



**LAS CINCO FUERZAS DE PORTER EN UNA EMPRESA DE TRANSFORMADORES.**



**CADENA DE VALOR DE DEBILIDADES:**

LOGISTICA INTERNA: Compras fraccionadas, retrasos,	OPERACIONES: Operaciones cambiantes Debido a los cambios de diseño	LOGISTICA EXTERNA Compras fraccionadas de materiales importados	VENTAS: Plazos muy cortos para entrega de productos
GERENCIA	Depende de la decisión de los varios dueños		
FINANZAS	Solo financia los mas indispensable y urgente		
PERSONAL	Alto índice de rotación se debe capacitar al personal nuevo		
EQUIPOS	Tienen muchos años de actividad, sufren frecuentes desperfectos		
COMERCIAL	Se debe conservar a los clientes		

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA DE SOLUCION**

#### **3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En esta parte se definirá cual es el problema principal que se debe resolver para mejorar el abastecimiento.

Se procederá a identificar los Problemas en el Abastecimiento de Materiales mediante la Lluvia de Ideas:

- Ventas acepta plazos muy cortos para la entrega de transformadores.
- Ventas vende transformadores de diseño muy variable.
- Ventas no hace seguimiento al pago del cliente.
- Ingeniería envía diseños de transformadores a producción con retraso.
- Compras tiene un sistema de administración de pedido manual.
- Compras no tiene una lista de varios proveedores calificados alternativos.
- Compras pide cotizaciones solo cuando el proveedor actual tiene dificultad para atender nuestro pedido de material.
- Compras no usa tecnología para buscar nuevos proveedores, materiales, etc.
- Almacén tiene los ingresos al sistema Data Easy desactualizado.



- El área de almacén es pequeño, no permite almacenar mucho material.
- Algunos proveedores tienen problemas para atender pedido por falta de pago.
- No hay liquidez para efectuar los pagos de deudas.

Los requerimientos de materiales importados son acortados.

### **3.5. ALTERNATIVAS DE SOLUCION**

3.5.1. Apoyar en la capacitación del personal de Compras en el manejo del sistema Data Easy y software de aplicación para el mejor manejo de los pedidos..

Ventajas:

Mejor administración de los pedidos.

Desventajas:

El equipo de computo es antiguo y debe ser actualizado, además se debe capacitar al personal de compras

3.5.2. Aumentar los pedidos de materiales para los materiales mas usados y los importados.

Ventajas:

Material a tiempo por un periodo mayor y menos control de control de stock mínimo.

Desventajas:

La liquidez de la empresa no permite realizar pagos muy altos.

3.5.3. Realizar pedidos de materiales mas continuamente.

Ventajas:

Mayor frecuencia de disponibilidad de material.

Desventajas:

Mas control del stock mínimo de almacén, mayor frecuencia de pedido.

- 3.5.4. Pagarle a los proveedores puntualmente, para que estén motivados a atender nuestros pedidos inmediatamente.

Ventajas:

Con liquidez los proveedores atienden rápidamente los pedidos.

Desventajas:

La liquidez depende los pagos efectuados por los clientes, muchos de los cuales tienen plazos de pago amplios o son morosos, incluso algunos ya se llevaron el producto

- 3.5.5. Normalizar la mayoría de los diseños de transformadores, para realizar pedidos de materiales proyectadas.

Ventajas:

Pedir algunos materiales con mayor anticipación

Desventajas:

Requiere tiempo o contratación de otro ingeniero

Debido a la competencia el cliente nos escoge porque le entregamos un producto de acuerdo a su necesidad.

3.5.6. Asociarse con otros compradores para pedir materiales importados mas continuamente.

Ventajas:

Compras más frecuentes y de menos monto para pagar.

Desventajas:

Depender de los pedidos de los otros compradores.

3.5.7. Ampliar los plazos de entrega de productos.

Ventajas:

Entregas del producto a tiempo y satisfacción del cliente.

Desventajas:

Los clientes requieren productos de forma inmediata o se van con la competencia

### **3.2. TOMA DE DECISIONES**

**MATRIZ DE SELECCIÓN I:** Se toma estos tres aspectos siguientes por que son los que nos hacer perder la credibilidad del cliente y perjudican la utilidad de las ventas.

A. Retraso en la entrega del producto al cliente: Se tiene que pagar penalidades a los clientes por los retrasos, se pierde credibilidad.

B. Costo de Material importado o nacional mas alto que el normal: el material nacional es mas caro, y para importar un solo material el costo del flete encarece el material.

C. Desabastecimiento de Materiales para la producción: genera retrasos o fabricaciones defectuosas por la urgencia de entrega.

ITEM	PUNTAJE	DESCRIPCION DEL PROYECTO
A		Retraso en la entrega del producto al cliente
B		Costo de Material importado o nacional mas alto que el normal
C		Desabastecimiento de Materiales para la producción.
CRITERIOS DE SELECCION		F.P.
F	Facilidad para solucionarlo 6. Muy Fácil      3. Fácil      1. Dificil	6
A	Afecta a otras áreas su implementación 5. Si      3. Algo      1. Nada	3
C	Mejora la disponibilidad del Equipo 1. Poco      3. Medio      5. Mucho	2
T	Tiempo que implica solucionarlo 1. Largo plazo      3. Mediano plazo      5. Corto plazo	4
I	Requiere Inversión 1. Alta      3. Media      5. Poca	5
S	Mejora la seguridad industrial 1. Poco      3. Medio      5. Mucho	1

	F	A	C	T	I	S	PUNTOS
--	---	---	---	---	---	---	--------

A	1	15	2	12	15	1	4
B	6	3	2	4	20	1	36
C	18	15	6	20	15	1	75

Se escoge solucionar el problema de Desabastecimiento de Materiales para la producción.

### 3.3. ESTRATEGIA ADOPTADA

Se elegirá la opción con mayor puntaje, en este caso resulta ser la opción C

#### MATRIZ DE SELECCIÓN II

ITEM	PUNTAJE	DESCRIPCION DEL PROYECTO
A		Normalizar los diseños de los transformadores
B		Asociarse con otros compradores para pedir materiales importados más continuamente y de menor volumen.
C		Aumentar los pedidos de materiales nacionales e importados.

CRITERIOS DE SELECCION		F.P.
F	Facilidad para solucionarlo 6. Muy Fácil      3. Fácil      1. Difícil	4
A	Afecta a otras áreas su implementación	

	5. Si	3. Algo	1. Nada	2
C	Mejora la disponibilidad del Equipo			
	1. Poco	3. Medio	5. Mucho	3
T	Tiempo que implica solucionarlo			
	1. Largo plazo	3. Mediano plazo	5. Corto plazo	5
I	Requiere Inversión			
	1. Poca	3. Media	5. Alta	6
S	Mejora la seguridad industrial			
	1. Poco	3. Medio	5. Mucho	1

	F	A	C	T	I	S	PUNTOS
A	4	10	9	15	30	1	69
B	4	10	15	15	18	1	63
C	12	6	6	15	18	1	58

## CAPITULO IV

### **EVALUACION DE RESULTADOS**

#### **4.1. Pérdidas por compras de materiales importables en el mercado nacional**

A -Costo de materiales desde el mes de Noviembre 2006 a Octubre del año 2007, comprados en el mercado nacional de deberían de haberse importado o comprado totalmente según los cálculos Se saco la información de las compras del Data Easy, que es un Sistema que esta conectado con Almacén, Planeamiento, Compras y Tesorería.

A = S/. 904,175.42 (Del cuadro siguiente)

DESCRIPCION DEL MATERIAL	PRECIO UNIT Prom (Nac) \$/.	PRECIO UNIT Prom (Import) \$/.	CANT NO IMPORT	COSTO TOTAL \$/. Nac	COSTO TOTAL \$/. Import	% Aumento Precio Nac vs Imp
FE SILICOSO 25 MM M4	15,00	10,83	653,00	9792,76	7071,99	38%
FE SILICOSO 50 MM M4D	15,23	10,32	1169,00	17799,97	12064,08	48%
FE SILICOSO 60 MM M4	14,79	14,61	369,00	5457,51	5391,09	1%
FE SILICOSO 80 MM M4D	19,60	14,62	211,00	4135,60	3084,82	34%
FE SILICOSO 90 MM M4D	17,82	14,61	212,00	3777,84	3097,32	22%
FE SILICOSO 100 MM M4D	18,00	14,62	2522,00	45385,80	36871,64	23%
FE SILICOSO 120 MM M4	14,76	14,07	2444,00	36070,47	34387,08	5%
FE SILICOSO 140 MM M4	17,59	15,13	1816,30	31956,29	27480,62	16%
FE SILICOSO 160 MM M4	17,34	14,07	3368,00	58417,56	47387,76	23%
FE SILICOSO 180 MM M2H	18,70	10,32	200,00	3740,00	2064,00	81%
FE SILICOSO 200 MM M4	15,72	14,07	5847,40	91907,05	82272,92	12%
FE SILICOSO 200 MM M2H	18,70	12,54	2200,00	41140,00	27588,00	49%
FE SILICOSO 240 MM M4D	19,00	17,82	3010,80	57205,20	53652,46	7%
FE SILICOSO 240 MM M2H	18,70	8,34	600,00	11220,00	5004,00	124%
FE SILICOSO 260 MM M4D	18,48	14,64	596,00	11014,08	8725,44	26%
FE SILICOSO 280 MM M4D	14,60	10,32	3230,00	47158,00	33333,60	41%
FE SILICOSO CORTADO EN NUCLEOS (SEGUN MEDIDA)	19,00	14,00	49,96	949,20	699,41	36%
PAPEL PRESSPHAN 0.10 MM	12,46	11,35	565,09	7041,33	6413,77	10%



DESCRIPCION DEL MATERIAL	PRECIO UNIT Prom (Nac) \$/.	PRECIO UNIT Prom (Import) \$/.	CANT NO IMPORT	COSTO TOTAL \$/ Nac	COSTO TOTAL \$/ Import	% Aumento Precio Nac vs Imp
PAPEL PRESSPHAN 0.15 MM	10,79	10,63	656,60	7084,40	6979,66	2%
PAPEL PRESSPHAN 0.30 MM	10,58	10,38	518,00	5478,06	5376,84	2%
PAPEL PRESSPHAN 0.40 MM	11,39	10,95	563,10	6415,04	6165,95	4%
PAPEL PRESSPHAN 0.20 MM	15,40	14,27	96,40	1484,56	1375,63	8%
PAPEL PRESSPHAN 0.50 MM	10,94	10,41	867,80	9496,16	9033,80	5%
PAPEL MIOFLEX "NMN" DE 0.20 MM CLASE F	128,35	125,89	27,50	3529,69	3461,98	2%
PAPEL MIOFLEX "NMN" DE 0.47 MM CLASE F	84,17	56,38	134,46	11317,00	7580,85	49%
PAPEL MIOFLEX "NMN" DE 0.24 MM CLASE F	106,99	92,39	46,80	5007,32	4323,85	16%
PAPEL MAYLAR 0.13 x 660 MM	31,16	26,20	20,25	630,99	530,55	19%
PAPEL NOMEX 0.25 X 910MM TIPO 410 CLASE H - 80°C	271,10	269,88	4,00	1084,40	1079,52	0%
CARTON PRESSPHAN 1mm	9,09	8,49	1865,95	16961,92	15841,92	7%
CARTÓN PRESSPHAN 3mm	8,64	8,46	494,00	4265,72	4179,24	2%
CARTÓN PRESSPHAN 4mm	11,45	8,58	1047,50	11995,20	8987,55	33%
CARTÓN PRESSPHAN 10mm	14,73	12,64	602,00	8867,12	7609,28	17%
CARTON PRESSPHAN 2 mm	8,43	7,43	247,00	2082,21	1835,21	13%
COMMUTADOR MONOFASICO 34.5KV / 60 AMP	66,99	66,32	22,00	1473,78	1459,04	1%
CONMUTADOR TRIF. 20KV-30A 5POS.	130,76	127,10	55,00	7191,80	6990,50	3%
CONMUTADOR TRIF. 24KV- 60A 5 POS DELTA	123,50	111,47	3,00	370,49	334,41	11%

DESCRIPCION DEL MATERIAL	PRECIO UNIT Prom (Nac) \$/.	PRECIO UNIT Prom (Import) \$/.	CANT NO IMPORT	COSTO TOTAL \$/ Nac	COSTO TOTAL \$/ Import	% Aumento Precio Nac vs Imp
CONMUTADOR TRIF. 24KV- 30A 5POS DELTA	128,11	104,10	9,00	1153,02	936,90	23%
CONMUTADOR TRIF. 24KV-120A 5 POS - DELTA	473,43	467,71	2,00	946,86	935,42	1%
CONMUTADOR TRIF. 30KV-60A 5 POS	113,26	111,82	0,00	0,00	0,00	1%
DESECADOR DE AIRE, TV75 - 600KG (VE11)	91,17	70,07	43,00	3920,29	3013,01	30%
DESECADOR DE AIRE, VE 05 - 800KG	140,68	102,60	8,00	1125,44	820,80	37%
SILICAGEL	54,97	46,14	10,00	549,70	461,40	19%
INDIC. NIVEL ACEITE IML80, SIN CONTACTO	39,79	35,86	62,00	2466,82	2223,32	11%
INDIC. NIVEL ACEITE IML140, CON CONTACTO	430,35	352,94	4,00	1721,40	1411,76	22%
INDIC. NIVEL ACEITE IML 99, SIN CONTACTO	52,13	44,88	6,00	312,78	269,28	16%
INDIC. NIVEL ACEITE IML100 CON CONTACTO	780,05	602,23	2,00	1560,10	1204,46	30%
TERMOMETRO R-100 CON CONT (BULBO 3/4) TIPO TESS	446,92	304,40	7,00	3128,43	2130,80	47%
RELE BUCHOLTZ BR-25	748,41	690,14	3,00	2245,22	2070,42	8%
INTERRUPTOR TERM. 1 X 2AMP (UNIPOLAR)	11,26	11,11	110,00	1238,60	1222,10	1%
INTERRUPTOR TERM. 3 X 2AMP (TRIPOLAR) (C2-MCA.LG)	27,54	26,01	105,00	2891,60	2731,05	6%
INTERRUPTOR TERM. 3 X 4AMP (TRIPOLAR)	39,42	32,87	1,00	39,42	32,87	20%
RIEL PARA BORNERAS (PERFIL PERFORADO)	11,61	6,45	154,00	1788,36	993,30	80%
TOPES PARA SOPORTE FINAL DE BORNERA	2,26	2,03	587,13	1324,00	1191,87	11%
SECCIONADOR RITZ (LLAVE AFERICION BAR 31/3V-N/L-	181,28	180,74	74,00	13414,82	13374,76	0%

DESCRIPCION DEL MATERIAL	PRECIO UNIT Prom (Nac) \$/.	PRECIO UNIT Prom (Import) \$/.	CANT NO IMPORT	COSTO TOTAL \$/. Nac	COSTO TOTAL \$/. Import	% Aumento Precio Nac vs Imp
AISLADOR PORC. 10KV-250A (LOZA SOLA)	36,05	30,65	1,00	36,05	30,65	18%
AISLADOR PORC. 20KV-250A (LOZA SOLA)	47,27	24,26	598,00	28265,62	14507,48	95%
AISLADOR PORC. 30KV-250A (LOZA SOLA)	64,34	49,29	642,00	41309,19	31644,18	31%
AISLADOR PORC. 40KV-250A (LOZA SOLA)	285,16	208,60	42,00	11976,66	8761,20	37%
AISLADOR PORC. 24-36KV, 250A (LOZA SOLA)	134,40	94,24	127,00	17069,37	11968,48	43%
AISLADOR PORC. 30KV-630A (LOZA SOLA)		0,00		0,00	0,00	0%
AISLADOR PORC. 10KV-3150A	501,55	346,55	20,00	10031,00	6931,00	45%
AISLADOR PORC. 1KV-3150A (COMPLETO)	907,17	326,89	8,00	7257,32	2615,12	178%
AISLADOR PORC. 1KV-250A (LOZA SOLA)	10,40	9,74	2,00	20,80	19,48	7%
AISLADOR PORC. 1KV-250A (COMPLETO)	27,27	26,74	251,00	6844,77	6711,74	2%
AISLADOR PORC. 1KV-1000 (COMPLETO)	275,00	210,51	275,41	75737,75	57976,56	31%
AISLADOR PORC. 1KV-2000A (COMPLETO)	884,00	356,06	13,00	11492,00	4628,78	148%
AISLADOR PORC. 1KV-630A (COMPLETO)	95,38	69,83	78,00	7439,82	5446,74	37%
KIT SUJETACION 10/40KV - 250A (COMPLETO)	11,93	6,95	1321,05	15764,92	9181,30	72%
JUEGO EMPAQUET' 1KV-250A	4,43	2,32	44,00	195,04	102,08	91%
JUEGO EMPAQUET' 1KV-630A	15,01	12,79	12,00	180,12	153,48	17%
JUEGO EMPAQUET' 1KV-2000A	16,07	14,01	4,00	64,28	56,04	15%
JUEGO EMPAQUET' 1KV-1000A	12,00	9,70	4,00	48,00	38,80	24%

DESCRIPCION DEL MATERIAL	PRECIO UNIT Prom (Nac) S/.	PRECIO UNIT Prom (Import) S/.	CANT NO IMPORT	COSTO TOTAL S/. Nac	COSTO TOTAL S/. Import	% Aumento Precio Nac vs Imp
ARMADURA 10/40KV - 250A (COMPLETA)	15,78	12,56	1561,00	24627,58	19606,16	26%
ARMADURA 1KV - 2000A COMPLETA	467,00	427,55	3,00	1401,00	1282,65	9%
LISTON PRESPHAN 5 X 10 X 1200 MM	1,41	1,26	130,00	183,30	163,80	12%
LISTON PRESPHAN 5 X 20 X 1200 MM	2,37	1,67	144,00	341,10	240,48	42%
LISTON PRESPHAN 5 X 30 X 1200 MM	3,23	2,57	185,00	596,94	475,45	26%
LISTON PRESPHAN 10 X 30 X 1200 MM	5,44	5,35	152,00	827,63	813,20	2%
LISTON PRESPHAN 3 X 10 X 1200mm	0,68	0,56	516,00	350,88	288,96	21%
LISTON PRESPHAN 4 X 10 X 1000 MM	1,00	0,90	10135,00	10123,42	9121,50	11%
LISTON PRESPHAN 5 X 170 X 1200 MM	20,10	17,09	20,00	402,00	341,80	18%
TABLERO BAKELITA 8 X 110 X 140 MM	15,96	12,44	108,00	1723,48	1343,52	28%
LISTON PRESPHAN 10 X 150 X 1200 MM	23,80	19,00	30,00	714,00	570,00	25%
TUBO PAPEL PRESPHAN 0.1 X 500 MM (SIMPLES)	0,42	0,31	1000,00	420,00	310,00	35%
<b>TOTALES</b>				904,175.42	720,089.91	25%
<b>PERDIDA POR COMPRAR MATERIAL IMPORTABLE EN EL MERCADO NACIONAL (ANUAL) S/.</b>					184,085.51	

B - Costo de materiales si hubieran sido importados del  
Periodo Noviembre 2006 hasta Octubre 2007 = S/. 720,089.91  
(Del Cuadro anterior)

C - Perdida: A – B

$$C = S/. 904,175.42 - S/. 720,089.91 = \mathbf{S/. 184,085.51}$$

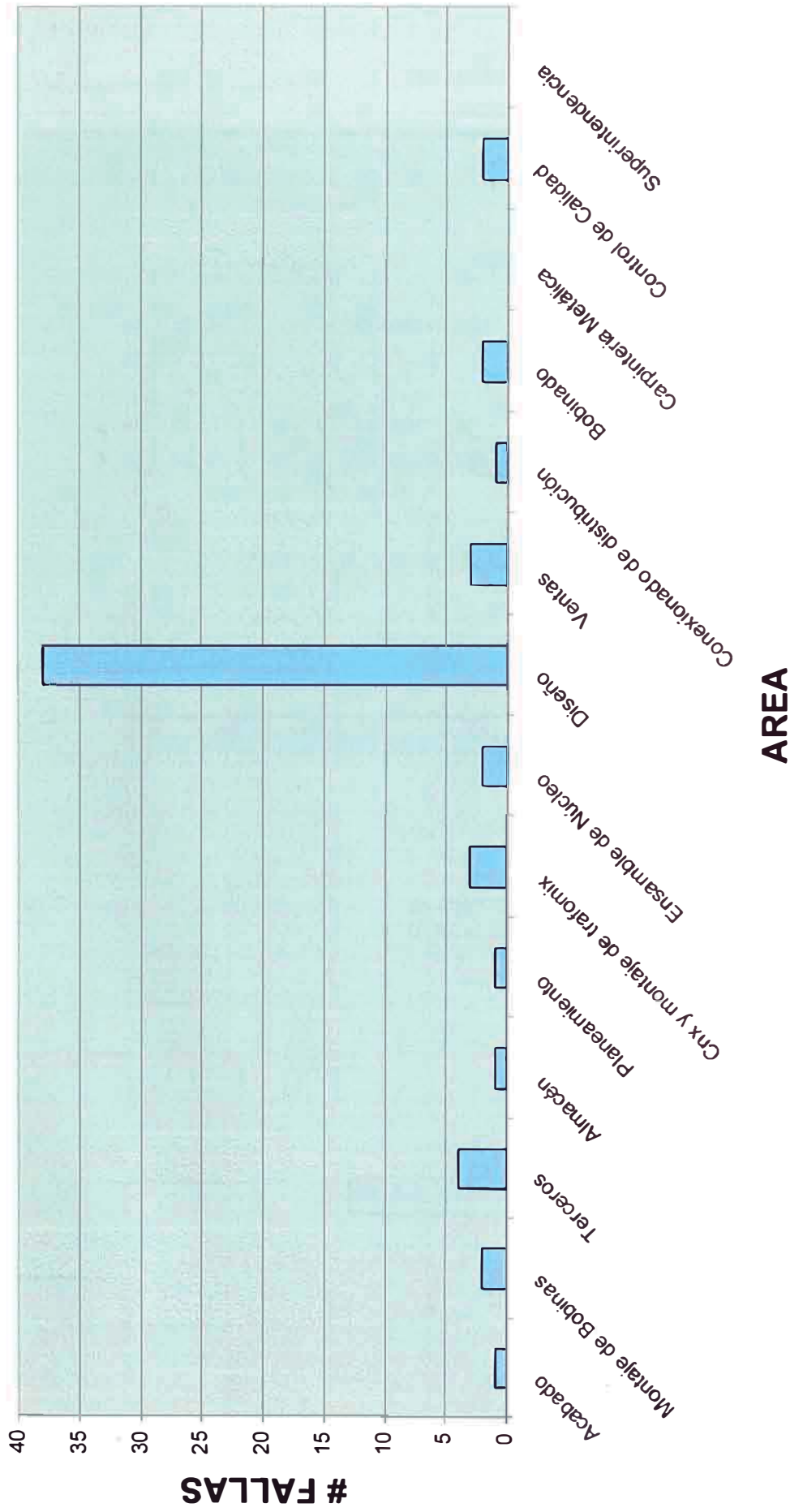
Se dejó de percibir esta utilidad, solo por no realizar las compras a tiempo  
o Comprar menos cantidad de la pedida por el área de Planeamiento.

**4.2. Perdidas por penalizaciones:** que son consecuencia de los  
retrasos en las entregas de los productos Desde Enero del 2007 hasta  
Julio del 2007, el monto haciendo a un porcentaje del precio del  
transformador por día de retraso.

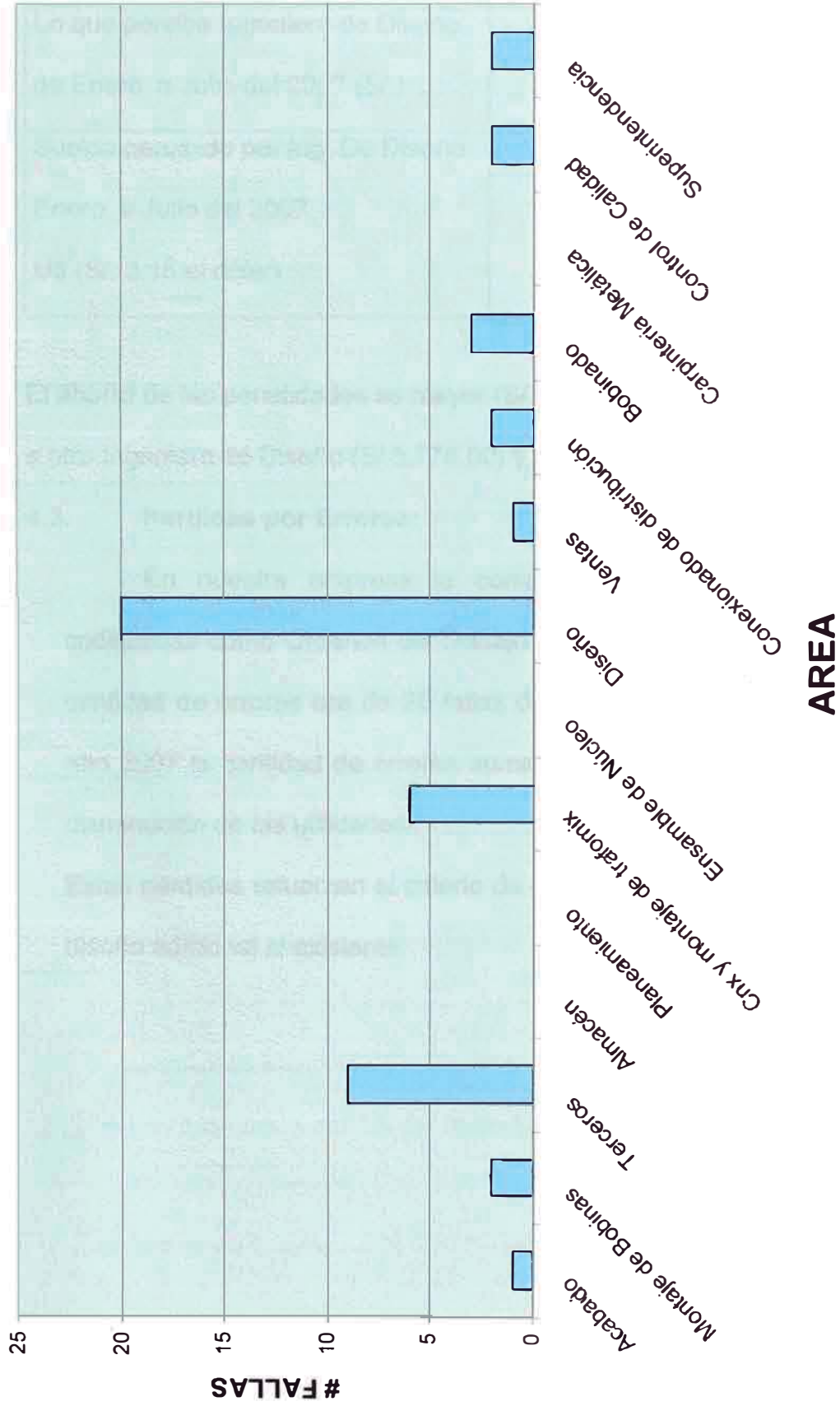
OT	TRANSFORMADOR	DÍAS RETRAZADO S	CANTID AD	PRECIO INICIAL U\$ x OT	PENALIZACI ÓN % x Día	PENALIZACI ÓN U\$
34202	T3DO, 425KVA, 22900-10000/460V, YNyn6/Dyn5	1	1	8804,6	0,5	44,0
34209	T1DO, 15KVA, 22900/460-230V, IIO	5	3	1937,5	0,5	145,3
34219	TMEA-22, 2X50/2X30VA, 10000/100V, 20/5A, 0,5	2	1	1515,3	0,5	0,0
34254	TMEA-22, 2X50/2X30VA, 10000/100V, 20/5A, 0,5	7	1	1515,3	0,5	15,2
34261	TMEA-22, 2X50/2X30VA, 10000/100V, 10/5A, 0,5	6	1	1515,3	0,5	53,0
34269	T3DO, 125KVA, 10000/460-230V, Dyn5	16	1	3348,4	0,5	45,5
34270	T3DO, 80KVA, 10000/460-230V, Dyn5	16	2	1633,2	0,5	267,9
34271	TMEA-22, 2X50/2X30VA, 10000/100V, 10/5A, 0,5	5	1	1633,2	0,5	261,3
34272	TMEA-33, 3X50/3X30VA, 22900:V3/100:V3V, 10/5A, 0,5	4	1	2669,8	0,5	40,8
34273	TMEA-22, 2X50/2X30VA, 10000/100V, 30-20-10/5A, 0,2	4	5	1294,0	0,5	53,4
34285	T3DO, 37.5KVA, 22900-10000/230V, YNyn6/Dyn5	15	1	2700,9	0,5	129,4
34293	TMEA-22, 2X50/2X30VA, 10000/100V, 10/5A, 0,5	4	21	1515,3	0,5	202,6
34294	TMEA-22, 2X50/2X30VA, 10000/100V, 20/5A, 0,5	4	28	1515,3	0,5	636,4
34295	TMEA-22, 2X50/2X30VA, 10000/100V, 30/5A, 0,5	4	16	1515,3	0,5	848,6
34296	TMEA-22, 2X50/2X30VA, 10000/100V, 50/5A, 0,5	4	15	1515,3	0,5	484,9
34297	TMEA-22, 2X50/2X30VA, 10000/100V, 75/5A, 0,5	4	6	1515,3	0,5	454,6
34298	TMEA-33, 3X50/3X30VA, 22900:V3/100:V3V, 10/5A, 0,5	4	2	2669,8	0,5	181,8
34299	TMEA-33, 3X50/3X30VA, 22900:V3/100:V3V, 20/5A, 0,5	4	3	2669,8	0,5	106,8
34300	TMEA-33, 3X50/3X30VA, 22900:V3/100:V3V, 30/5A, 0,5	4	1	2669,8	0,5	160,2
34355	TMEA-22, 2X50/2X30VA, 10000/100V, 30/5A, 0,5	5	1	1515,3	0,5	53,4
34368	TMEA-22, 2X50/2X30VA, 13200/100V, 2-6/5A, 0,2	21	20	1302,3	0,3	82,0
<b>Costo de penalizaciones (Enero – Julio 2007) U\$</b>						<b>4305,0</b>

Esta cantidad se puede usar para contratar 01 diseñador adicional o comprar otra máquina cortadora de hierro silicoso.

# ESTADISTICA DE LA SERIE 90000 DE ENERO A JULIO DEL 2007



# ESTADISTICA DE LA SERIE 90000 DE ENERO A JULIO DEL 2006





Sueldo Mensual que percibe un Ingeniero de diseño S/.	1,700.00
Lo que percibe Ingeniero de Diseño de Enero a Julio del 2007 (S/.)	11,900.00
Sueldo percibido por Ing. De Diseño Enero a Julio del 2007 U\$ (S/ 3.15 el dólar)	<b>3,778.00</b>

El ahorro de las penalidades es mayor (S/.4305.00) que lo se pagaría a otro Ingeniero de Diseño (S/.3,778.00) y justificaría su contratación.

#### **4.3. Perdidas por Errores:**

En nuestra empresa la correcciones por fallas están codificadas como Ordenes de Trabajo 90000, en el año 2006 la cantidad de errores era de 20 fallas de enero a diciembre, en el año 2007 la cantidad de errores aumentó a 38, esto ocasiona la disminución de las utilidades.

Estas pérdidas refuerzan el criterio de contratar a un ingeniero de diseño adicional al existente.

#### 4.4. Estrategias para la Aplicación del Plan de Mejora

En este caso se sugiere estas tres opciones:

1. Compras debe de realizar Importaciones de materiales por montos menores en periodos más cortos de 4 meses, en lugar del actual 6 meses, con esto se lograría disminuir el monto de pago por importaciones, en este caso la inversión sería el tiempo utilizado por compras para realizar mas importaciones.

En lugar de dos importaciones al año, se realizarían 3 importaciones anuales, lo que aumentaría el costo de transporte desde los lugares de origen al lugar de nuestra empresa y también aumentarían los costos de los trámites documentarios para la importación y las horas hombre de las Áreas de Logística, Tesorería Contabilidad y Almacén.

Este monto se debe contrastar con ahorro por penalidades de atraso en la entrega de los pedidos al disminuir los retrasos.

El sobrecosto de realizar 01 transporte y 1trámites documentario adicionales para llegar a Perú es de aproximadamente 10% del costo del material.

En este caso sería 2/3 del material de Enero a Julio 2007

Consumo Enero – Julio 2007 =  $10\% \times 2/3(720,089.91)$

Consumo Enero – Julio 2007 = **s/. 48005.94**

2. Antes de emitir las Ordenes de Ventas debe coordinar con Planeamiento las fechas de entrega de los pedidos para evitar las penalizaciones, en este caso la inversión sería mínima, solo el tiempo que se requiere el coordinar, aproximadamente 1 hora por orden y adquirir un sistema para administrar la producción y que este sistema este conectado a ventas para que verifique que los plazos de entrega a los clientes son difíciles de cumplir.

**Inversión de Coordinación por 5 ordenes x día x 22 días x 7**

**meses:**

Horas de Trabajo diario 9.5 Horas

Sueldo Mensual de Ventas. s/. 1000.00

01 Planeamiento : 01 hora: = $1000/(22*9.5)$ = s/. 4.78 Hora

Sueldo Mensual de Ventas : s/. 1500.00

01 Ventas : 01 hora: = $1500/(22*9.5)$ = s/. 7.17 Hora

Costo de coordinacion (7meses) S/. =  $5*22*7* (4.78+7.17)$ =s/.

9,201.5

**Inversión de Módulo de Producción : US\$ : 1500.00**

Inversión de Módulo de Producción : S/. : 4725.00

Costo de esta alternativa s/.  $9,201.5+4725.00$ = s/. **13926.5**

3. Ingeniería debe pedir otro Ingeniero capacitado que lo apoye en sus labores para evitar los errores de diseño y normalizar los diseños para tener en stock algunos componentes de los transformadores que puedan disminuir el tiempo de atención de los pedidos

Disminuyendo los errores que comete un solo diseñador en calcular los datos técnicos a los que cometen 02 diseñadores se tiene que:

El costo de errores al bajar la cantidad de diseñadores de 2 a 1 se incremento de 20 errores a 38 errores, desde Enero a Julio del 2007, si calculamos el

A un promedio de costo por error de 7% del costo de fabricación se tiene que el costo promedio de un transformador es de US 2,700 =  $2700 \times 3.15 = S/.$

8505.00

Siendo el aumento por costo de error  $(1-(38/20))\% = 90\%$

El costo de errores de tener un solo diseñador aumenta en =  $0.9 \times 8505$

**= s/. 7245.00**

Se debe comparar para los meses de Enero a Julio del 2007 los siguientes:

#### **COSTOS:**

Costo de transporte y tramites por importar 1 vez mas al año + Coordinar y comprar un sistema que ayude a ventas decidir plazos de entrega mas razonables + costo de contratar 01 ingeniero adicional para Diseño

**= s/. 48,005.94 + s/. 13,926.5 + 3,778.00 = s/. 65,710.44**

#### **AHORROS:**

Ahorro de comprar materiales importables en el mercado externo + ahorro de cumplir con los plazos de entrega + ahorro de disminuir las a fallas al tener 2 diseñadores

**= s/. 184,085.51 + s/. 4305,0 + s/. 7245.00 = s/. 195,635.51**

**Con esto se observa que =**

**Ahorro – Costos = s/.195,635.51 – s/.65,710.44 = s/. 129,925.07**

Después de aplicar estas soluciones se encuentra que todavía hay un monto de **S/. 143.888.85 a favor de la empresa**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

La mejor solución al problema de desabastecimientos es contratar a otro ingeniero para que efectúe los cálculos y tenga los diseños a tiempo, ya que el tiempo promedio que se da para la fabricación por ejemplo de un trafomix es de 02 semanas, cuando es un diseño antiguo se cumple, pero cuando el diseño es nuevo pocas veces se llega a cumplir con el plazo de entrega.

El retraso de los materiales afecta la utilidad del producto vendido, sobre todo incrementa el costo de fabricación.

Los materiales importables que se compran en el mercado nacional son mas caros que los importados directamente por la empresa.

Se debe de disminuir los costos de fabricación para mantenerse vigentes en el mercado debido a la competencia que sigue incrementándose y que incluso usa materiales de segunda.

La competencia se incrementa porque este tipo de fabricación se puede fabricar con máquinas de poca tecnología, la máquina para las pruebas eléctricas es la única especial, monetariamente cara y es la única que nos permite diferenciarnos de los pequeños talleres.

El área de la planta es mínima no alcanzando lugar para la instalación de mas máquinas o para la contratación de mayor cantidad de personal, lo que produce sobrecostos al mandar a fabricar con terceros algunos partes prefabricadas.

En el año 2006 cuando se contaba con 02 diseñadores de transformadores la cantidad de errores era menor en el año 2007 cuando solo hay un diseñador, la cantidad errores subió a 38, siendo el aumento de errores de 90%, esta es una razón más para preferir contratar a otro Ingeniero que ayude en el diseño de los transformadores.

## RECOMENDACIONES

- Se puede incrementar un turno adicional para realizar labores de fabricación, que la capacidad de la planta no puede cubrir.
- El ahorro por evitar penalidades es suficiente para contratar a otro ingeniero de diseño de transformadores US\$ 4,305.0 anual.
- Se debe realizar encuestas mas detalladas sobre la satisfacción del cliente con respecto a la atención de sus pedidos.
- Se recomienda capacitación sobre temas de calidad constante para que el personal aprecie las ventajas de producir con la mínima cantidad de errores.

Se recomienda realizar una replanteo de la organización de la empresa para disminuir la relación personal administrativo/operarios, la empresa es pequeña y con uno fijo y

otro por tiempo parcial sería suficiente para manejar la contabilidad, como ya se hacía antes.

El factor 28/24 es la proporción administrativos/operarios y es alta, existe mucha burocracia, se recomienda reorganizar al personal administrativo para evitar duplicidad de funciones o actividades y poder disminuir el factor administrativo/operarios.



## BIBLIOGRAFIA

Lluvia de Ideas: <http://es.wikipedia.org/wiki/Brainstorming>

Sociedad Latinoamericana para la Calidad

Ishikawa: <http://www.gerenciasalud.com/art53.htm>

5 Fuerzas de Porter: <http://ricoveri.tripod.com.ve/ricoverimarketing2/id28.html>

Koontz, Harold "Administración: una perspectiva global", Mc Graw - Hill, 1998

Michael E. Porter "Estrategia Competitiva" Compañía Editorial Continental, 1995

José Campoverde Ayres "Gerencia Eficaz Mediante Objetivos, Ed. Gestión S.A. 19974

Koontz, Harold. "Elementos de Administración" ed. McGraw Hill. 1995.

Reyes Ponce, Agustín Reyes, "Administración por Objetivos", ed. Editorial Limusa, 1995

## GLOSARIO DE TERMINOS

Transformador .- máquina electromagnética que permite aumentar o disminuir el voltaje o tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia, estos pueden ser de Distribución o de Potencia, la parte activa esta sumergida en aceite.

Trafomix .- Aparato que reúne en uno solo a los transformadores de corriente y tensión para realizar la medición y protección de media Tensión, la parte activa esta sumergida en aceite o fluido de silicona.

Transformador Seco .- Es un transformador de parecido a los de distribución pero donde la ventilación la da el aire, las bobinas son cubiertas con barniz y la relación de transformación es de baja a baja tensión.

Tranformador encapsulado.- Son transformadores pequeños que no necesitan mayor refrigeración, tienen parte activa que transforma la corriente o la tensión y están protegidos por medio del recubrimiento con una resina sólida.

Núcleo .- Parte hecha por chapas de Fierro silicoso superpuestas que sirve de base para montar las bobinas de distribución o

tensión o para hacer las bobinas de corriente por medio del arrollamiento de cobre sobre él.

Accesorios, son determinadas piezas que sirven para hacer las conexiones, el control tales como el nivel de aceite, termómetros, etc. y sellar con las válvulas el transformador para que no existan fugas.

Resina.- es un compuesto de Harina de Cuarzo, Araldit, Endurecedor y una pasta roja que al mezclarse y endurecer sirve para proteger a los transformadores encapsulados de corriente y tensión.

Pruebas de Rutina, son las que se hacen a todos los transformadores sean estos fabricados en la empresa o si vienen estos para un servicio de mantenimiento o reparación.

Hawaiana.- aislamiento hecho de papel pressphan de 0.15 mm aproximadamente de espesor que sobresale de la bobina de tensión o distribución que se recorta los excesos en forma longitudinal que luego se dobla formando unas capas que aíslan la alta tensión de la bobina.

## ANEXOS

1. Informe de fallas donde se indica la descripción de la falla y la solución de esta falla.
2. Confirmación de Orden de trabajo indicando penalidad.
3. Ventana de compras, donde se realizan los pedidos de materiales y ventana de Almacén donde se registran los ingresos de materiales a almacén y las salidas de materiales a taller o a tercería.
4. Catálogos de algunos transformadores.
5. Formato del Cálculo del Costo de una Garantía

## ANEXO 1

### INFORME N° FBT 036 – 2006

1. **FECHA** : 06 de Julio del 2006
2. **REDACTOR** : Téc. Javier Challapa Velásquez.
3. **OBJETO** : Inspección y Evaluación de (01) un Trafomix CEA  
N° serie 33229.
4. **INSTALACION** : PLANTA CEA.
5. **CLIENTE** : COEL.VISA
6. **O. S.** : 80041

#### 7. **CARACTERISTICAS DEL TRAFOMIX :**

	<b>TENSION</b>	<b>CORRIENTE</b>
Marca	:	C.E.A.
Tipo	:	TMEA - 22
N° de Serie	:	33229
Aplicación	:	Medida
Potencia	:	2 x 50 VA                      2 x 30 VA
Relación de Transformación	:	13 800 / 220 V.                      10 / 5 A
Clase de Precisión	:	0.2                                      0.2
Grupo de Conexión	:	Delta Abierto                      Delta Abierto
Frecuencia	:	60 Hz.
N° de Fases	:	2
Clase de Aislamiento	:	“Ao” ( <i>Aceite Mineral</i> )
Enfriamiento	:	ONAN
Nivel de Aislamiento	:	17.5/38/95 KV
Bil Exterior	:	125 KV
Capacidad límite Dinámica (Idyn):	:	2.5 kA.
Altitud de Operación	:	3500 msnm.
Posición y Tipo de Aisladores	:	Sobre la Tapa de Porcelana
Montaje	:	Exterior
Servicio	:	Continuo
Marca del Aceite	:	Electra 77
Año de Fabricación	:	2003

#### 8. **PRESENTES :**

**POR COMPAÑIA ELECTRO ANDINA S.A.C.**

\* Téc. Javier Challapa Velásquez – Control de Procesos y Materiales.

#### 9. **RESUMEN :**

La unidad descrita en el acápite 7 ha sido remitida por el cliente a nuestras instalaciones el 06/07/06 para su inspección y revisión y pruebas eléctricas de rutina.

El día 6 de Julio del presente año encontrándose la unidad en nuestras instalaciones se realizó la Inspección y evaluación de esta; con el objetivo de determinar su buen estado, para la puesta en servicio, nuevamente la unidad mencionada.

Del resultado de la inspección realizada en Planta y las pruebas realizadas se encontró que el Transformador presenta muy bajo aislamiento entre Alta – Masa, esto debido a que una de las fases (W) descargó internamente hacia el perfil que está en la dirección del tapón de llenado, producto del ingreso de agua por el niple de llenado. Por lo cual, dicha descarga quemó las espiras entre capas de Alta de la bobina.

**Debemos mencionar también, que el aceite está quemado y debe ser cambiado.**

Las pruebas realizadas con baja tensión a las bobinas de corriente dan resultados satisfactorios indicando que podrían ser reutilizadas. Sin embargo, el éxito de las pruebas eléctricas de aislamiento a sus tensiones nominales de prueba, una vez rehabilitada la unidad determinará el estado conforme de las partes que no se reemplazarán en el transformador.

Para la rehabilitación de la Unidad al servicio, se requiere por tanto realizar: La limpieza y repintado general de la parte exterior, la limpieza profunda de la Parte Activa, Cambio de bobinas de tensión, cambiar las empaquetaduras, la válvula de sobre-presión, realizar un Tratamiento Térmico (*secado en el horno*) de la Parte Activa. Sin embargo, debido a que este transformador sufrió varias fallas de operación se recomienda en cambio total de la parte activa.

#### **10. FECHA Y MOTIVO INSPECCION :**

La inspección y evaluación, se llevó a cabo el día 01/06/06 de Junio del presente Año con la finalidad de verificar el estado en que se encuentra la Unidad de medición y determinar los trabajos que serán necesarios para rehabilitarlo.

#### **11. MEDICIONES Y PRUEBAS REALIZADAS :**

- **Medida de la Resistencia del Aislamiento:**

*Tamb. =20 °C*

*Instrumento Utilizado: Megohmetro Electrónico Megabras MI-5500*

*Tiempo de Prueba = 1 min .*

- a).- **Con los arrollamientos de Potencial aislados eléctricamente:**

**(Antes del Desencubado).**

Denominación	Resistencia de Aislamiento		VDC
	TP	TC	
AT - BT	8 000 MΩ	10 000 MΩ	1 KV
AT - Masa	100 MΩ	100 MΩ	1 KV
BT - Masa	5000 MΩ	5000 MΩ	1 KV

**RESULTADO: INACEPTABLE**

(Después del Desencubado).

Denominación	Resistencia de Aislamiento		VDC
	TP	TC	
AT - BT	16 000 MΩ	18 000 MΩ	1 KV
AT - Masa	60 MΩ	60 MΩ	1 KV
BT - Masa	10 000 MΩ	10 000 MΩ	1 KV

**RESULTADO: INACEPTABLE**

- **Medida de la Resistencia de los Arrollamientos:**  
Tamb. = 22 °C

Instrumento Utilizado: Multímetro Digital beha

a).- **Transformadores de Tensión:**

Denominación	Fases	Resistencia
Arrollamiento Primario Medida	U - V	4.32 KΩ
	V - W	0 KΩ
	U - W	0 KΩ
Arrollamiento Secundario Medida	u - v	2020 m Ω
	v - w	2160 m Ω
	u - w	4200 m Ω

RESULTADO:

El Arrollamiento de Alta tiene un resultado **INACEPTABLE**.

El Arrollamiento de Baja tiene un resultado **ACEPTABLE**.

b).- **Transformadores de Corriente:**

Denominación	Fases	Resistencia
Arrollamiento Primario	"R" (K- L)	0.5 Ω
	"S" (K- L)	-----
	"T" (K- L)	0.6 Ω
Arrollamiento Secundario	r - s	257 mΩ
	s - t	250 mΩ
	r - t	494 mΩ

RESULTADO: **ACEPTABLE**.

- **Relación de Transformación, Polaridad y Grupo de Conexión.**  
Instrumento Utilizado: Vanguard Instrument ATRT-01

a) **Transformador de Tensión: sin carga**

Relación de Tensión	Relación teórica	Relación Medida			
		U	V	W	Error %

		$\frac{U - V}{u - v}$	$\frac{V - W}{v - w}$	$\frac{W - U}{w - u}$	
13 800 / 220	62.75	62.610	601.4	47.297	

RESULTADO: **INACEPTABLE.**

- Los valores de relación obtenidos en “V” y “w” dan referencia que la bobina sufrió daño.

**b) Transformador de Corriente: sin carga**

Relación de Corriente	Relación Teórica	Relación Medida			
		R	S	T	Error %
10 / 5 (A)	2	2.001	-----	2.00	

RESULTADO: **ACEPTABLE.**

- **Prueba de Rigidez Dieléctrica del Aceite:**  
Tamb. = 20 °C

*Instrumento Utilizado: Espinterómetro Hipotronics*

Color = negro.

Olor = quemado.

Tensión de Descarga Promedio = 10 kV

RESULTADO: Aceite en estado **INACEPTABLE.**

**12. INSPECCION VISUAL :**

**12.1.- Inspección Externa de la unidad:**

- Presencia de suciedad y polvo en la superpie de las campanas del aislador, (fases de Alta U – V – W).
- Suciedad y polvo en la superficie de la tapa del tanque del Transformador.
- Indicador de nivel de aceite en buen estado (registra nivel muy bajo).
- Presencia de aceite por la superficie de la tapa del tanque del transformador por accionamiento de la válvula y por fuga de aceite por el tapón de llenado.
- El Tanque presenta una ligera deformación (ondeamiento) en el lugar donde produjo la descarga a masa.
- Faltan todos los pernos de ajuste del terminal del aislador.
- Falta uno de los pernos de Tierra.

**13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES :**

- Las pruebas realizadas con baja tensión a las bobinas indican que solo las bobinas de corriente y una bobina de tensión pueden ser reutilizadas.(Una bobina de tensión sufrió daño)
- De la inspección y pruebas realizadas al Transformador se indica que antes del desencubado, esta unidad presentaba bajo aislamiento debido a que una de las fases (W) descargó internamente. Después del desencubado de la parte activa, dicha unidad presenta una bobina quemada que descargó hacia el



perfil que esta en la dirección del tapón de llenado, producto del ingreso de agua por el tapón de llenado. Por lo que se concluye que solo la Limpieza profunda de la parte activa, tratamiento térmico de la parte Activa y el cambio de las bobinas de tensión serán necesarios para rehabilitar esta unidad. Sin embargo, debido a que esta unidad a presentado varios servicios por fallas en operación, se recomienda el cambio total de la parte activa.

- Para rehabilitar esta unidad al servicio se recomienda:
  - Realizar la modificación correspondiente al tapón de llenado de la tapa del Tanque del transformador.
  - Cambio o Calibración de la válvula de Sobre-presión.
  - Cambio y llenado con aceite dieléctrico nuevo.
  - Realizar una limpieza integral de la Parte Activa, Tanque y Accesorios.
  - Tratamiento térmico de la Parte Activa.
  - Realizar pruebas eléctricas de conformidad de la Unidad.

**A).- FOTOS ANTES DEL DESENCUBADO DEL TRAFOMIX**

**Foto N° 01**





# CEA

# Compañía Electro Andina S.A.C.

R-GCV-001

RV.: 00

CONFIRMACION DE TRABAJO 33 N° 2707-07

DE : GCV/Ing. Mario Machado Vivanco.

A : GOP/Ing. Maria Velásquez Vásquez

FECHA : LIMA, 05 de Setiembre del 2,007

O.T. 34347

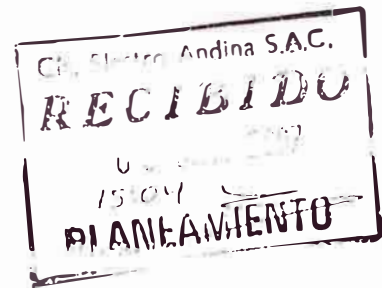
Mediante el presente, estamos confirmando el siguiente pedido :

**CLIENTE** EDELNOR S.A.A.V/Ref.: Contrato Nro. 5000000771 RUC.: 20269985900Dirección: Jr. Cesar López Rojas N° 201 - San Miguel

**DESCRIPCION** Suministro de Transformador Mixto de Tensión y Corriente para Medida, fabricado con núcleo de Fe. Si. de grano orientado laminado en frío y arrollamientos de cobre electrolítico de alta conductividad en baño de Aceite Dieléctrico.

**CANTIDAD** 95 Unidades**C.F. Unitario** US\$ 1,322.00 c/u (Ref.: Pr. TM-004/0107-052) (\*)**CARACTERISTICAS :****TENSION****CORRIENTE**

	TENSION	CEA	CORRIENTE
Marca		TMEA - 22 ( Fig. N° 01 )	
Tipo		Medición	
Aplicación			
Potencia	2 x 50 VA		2 x 30 VA
Relación de Transformación	10000 / 100 V		30 - 10 / 5 A
Clase de Precisión	0.2		0.2
Conexión	Delta Abierto		Delta Abierto
Frecuencia		60 Hz	
Nro. de fases		3	
Nro. de Aisladores en el lado Primario		3	
Clase de Aislamiento		"Ao" ( Aceite Mineral )	
Enfriamiento		ONAN	
Nivel de Aislamiento Interior en el lado Primario		15.5 kV	
Bil Exterior		125 KV	
Nivel de Aislamiento Interior en el lado Secundario		0.6 / 3 KV	
Altitud de operación máxima		1000 m	
Corriente Límite Térmica ( Ith )		200 In	
Corriente Límite Dinámica ( Idyn )		2.5 Ith	
Posición y Tipo de Aisladores		Sobre la tapa de Porcelana	
Línea de fuga		430 mm	
Montaje		Externo	
Servicio		Continuo	
Norma de Fabricación		IEC Pub. 60044-1 y 2	
Especificación Técnica de Edelnor S.A.A.		DNN-ET-040d	

**ACCESORIOS :**

- \* Placa de conectación con Diagrama de conexión.
- \* Tubo de llenado de aceite con tapón incorporado.
- \* Orejas de izamiento para levantar la parte activa o el Trafomix completo.
- \* Válvula de vaciado y extracción de muestras de aceite.
- \* Caja metálica en el lado de BT, conteniendo en su interior lo siguiente:
  - Tablero de conmutación para cambio de relación de Corriente
  - Interruptor Termomagnético, para la protección del circuito de Tensión
  - Seccionador para aislar el circuito de Tensión y cortocircuitar el circuito
- \* Válvula de sobrepresión de bronce ( 0.5 atth ).
- \* Bases con perfiles en "U" para su anclaje.
- \* Dotación de aceite dieléctrico marca PETROLUBE, tipo "ELECTROLUBE AX".
- \* Soporte para fijación a poste ( No incluye abrazaderas ).
- \* Pernos de acero inoxidable para la Caja bornera de BT y del Tanque

FECHA DE ENTREGA OTORGADO POR EL DPTO. COMERCIAL

18 Entregado	10 Unidades	20/09/07
Saldó	110.000	20/09/07

PENALIDAD!

0.3% del V.V. diaria

C.C.: GOP/GOF/GOI/GOP-2/GOQ/GOQ-2/GAL/GAC/GGA

**NOTA IMPORTANTE:**

Se anexa Tabla de Datos Técnicos, Especificación Técnica y Plano de Dimensiones Ofertado.



# Compañía Electro Andina S.A.C.

## CUADRO I CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### TRANSFORMADOR COMBINADO DE TENSION Y CORRIENTE PARA INTEMPERIE EN 10 KV

Item: 1, 2, 16,19

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR SOLICITADO	VALOR OFRECIDO
- Posición (DNN-ET-40d)	--	1, 2, 3 y 6	1, 2, 3 y 6
- Aplicación	--	Medición	Medición
- Montaje	--	Intemperie	Intemperie
- Clase de precisión	--	0,2	0,2
- Tensión nominal de aislamiento	KV	15,5	15,5
- Material aislante interno	--	Aceite	Aceite
- Material aislante externo	--	Porcelana	Porcelana
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial para el arrollamiento secundario durante 1 minuto.	KV r.m.s.	34	34
- Tensión de ensayo con onda de impulso 1,2/50 $\mu$ s.	KV pico	95	95
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial para el arrollamiento secundario durante 1 minuto.	KV r.m.s.	3	3
- Tensión de impulso externo.	KV	125	125
- Línea de fuga mínima.	Mm	430	430
- Terminales secundarios protegidos con tapabornes.		Si	Si
- Sección máxima de conductores de B.T. que acepta.	mm <sup>2</sup>	6	6
- Bobinados de tensión		IEC N° 60044-2	IEC N° 60044-2
- Bobinados de corriente		IEC N° 60044-1	IEC N° 60044-1
- Debe tener una caja de bornes con seccionadores independientes para el sistema de tensión y corriente, los cuales al abrir cortocircuitan al mismo tiempo las bobinas de corriente.		Si	Si
- Rango de variación de tensión sin variar la clase de precisión solicitada.	$\%n$	$\pm 20\%$	$\pm 20\%$
- Potencia de salida de cada bobinado para la clase de precisión solicitada.	VA	50	50
- Sobrecarga continua sin variar la clase de precisión solicitada.	In	120%	120%
- Corriente nominal (en B.T.).	A	5	5
- Corriente nominal (en M.T.).	A	(3 y 6) (10, 30) 50 100	(3 y 6) (10, 30) 50 100
- Corriente límite térmica, I th	x IN	200 200 200 100	200 200 200 100
- Corriente límite dinámica, I dyn	KA pico	2,5 1 th	2,5 1 th
- Clase de precisión de cada bobinado para la clase de precisión solicitada.	VA	30	30



# Compañía Electro Andina S.A.C.

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

### TRANSFORMADOR COMBINADO DE TENSION Y CORRIENTE PARA INTEMPERIE

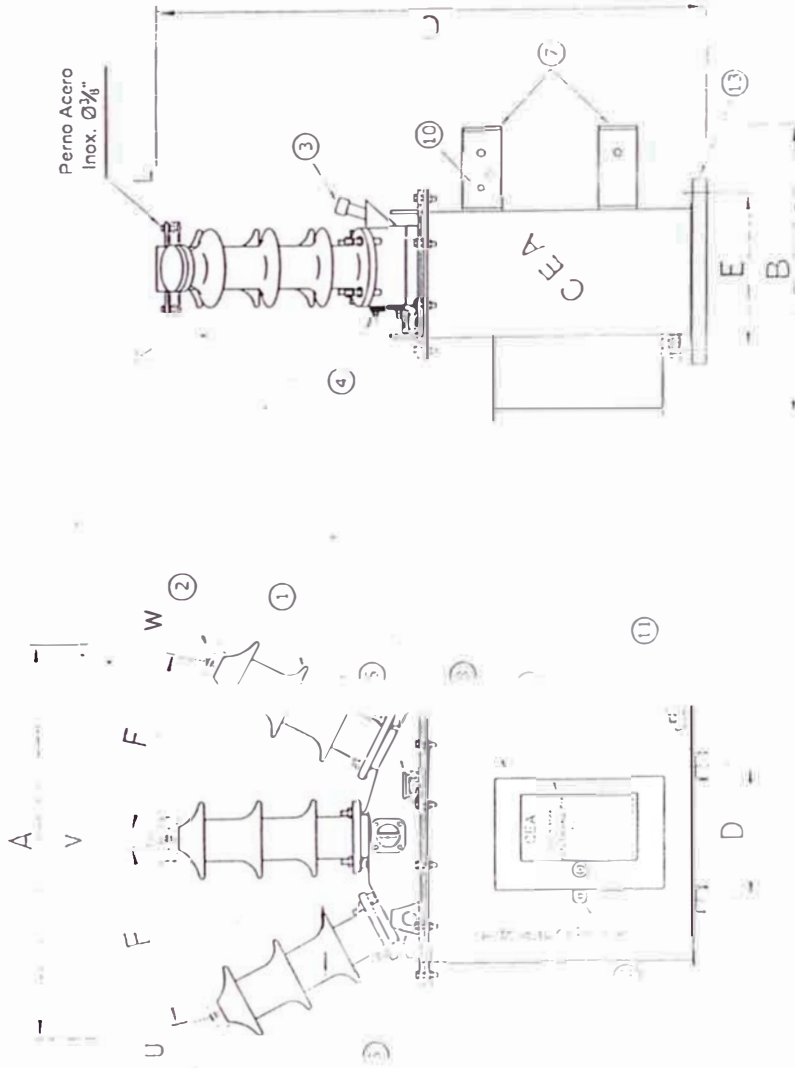
POS		2	
Item		2	
Cantidad		95	
<b><u>CARACTERISTICAS</u></b>	<b><u>TENSION</u></b>		<b><u>CORRIENTE</u></b>
Marca		CEA	
Tipo		TMEA-22	
Aplicación	2X50 VA	Medida	2X30 VA
Potencia	10000 / 100 Volt		10 - 30 / 5 A
Relación de Transformación	0.2		0.2
Clase de Precisión	Delta Abierto		Delta Abierto
Conexión			
Frecuencia		60 Hz	
Nro. de fases		3 φ	
Clase de Aislamiento		A0	
Enfriamiento		ONAN	
Nivel de Aislamiento Interno en AT		15,5 / 34 / 95 KV	
Bil Exterior		125 KV	
Nivel de Aislamiento Interno en BT		0.6 / 3 KV	
Altitud de operación		1000 msnm	
Posición y Tipo de aisladores		Sobre la tapa de Porcelana	
Montaje		Exterior	
Servicio		Continuo	
Corriente limite Térmica		200 In	
Corriente limite Dinámica		2,5 Ith.	
Norma de Fabricación		60014-1-95	
Especificación Técnica de EDELNOR		DNN-ET-40d	

#### ACCESORIOS

- Placa de características con diagrama de conexiones interiores.
- Indicadores de nivel de aceite.
- Tubo de llenado de aceite con tapón incorporado.
- Bornes de acero inoxidable para conexión de puesta a tierra de la cuba del Trafomix.
- Válvula para vaciado y extracción de muestras de aceite.
- Orejas de izamiento para levantar la parte activa o el Trafomix completo.
- \* Tablero de conmutación para el cambio de relación de los Transformadores de Corriente.
- \* Interruptor Termomagnético, para la protección del circuito de tensión.
- \* Seccionador para aislar el circuito de Tensión y cortocircuitar el circuito de Corriente.
- Dotación de aceite dieléctrico.
- Base con perfiles en "U" para su anclaje.
- Soporte para fijación a poste (No incluye abrazaderas)
- Válvula de sobrepresión de bronce (0.5 atm.).
- Pernos de acero inoxidable para la Caja bornera de BT y de Tensión.

#### IMPORTANTE

\* CEA entrega PROTOCOLOS DE PRUEBAS ORIGINALES por cada Trafomix.



**TRAFOMIX:**

- 1.- Aisladores de Porcelana 20 KV-250A.
- 2.- Terminales Discontinuos con Bornes Bimetalicos
- 3.- Valvula de llenado (mantener sellado).
- 4.- Viscor de aceite.
- 5.- Valvula de Seguridad de 30 Kpa.
- 6.- Oros de Izamiento.
- 7.- Soporte para Abrazaderas.
- 8.- Caja de Bornes.
- 9.- Placa Caracteristicas con Diagrama de conexiones.
- 10.- Bornes de PAT.
- 11.- Valvula de Vaciado.
- 12.- Accesorio de amarre (futuro candado).
- 13.- Perfiles "U" para anclaje.

**DIMENSIONES GENERALES**  
 POTENCIA 2x50 VA 2x30 VA  
 RELACION VER CUADRO  
 G. DE CONEX. CLASE DELTA ABIERTO 0.20.2

**CEER**  
 DELNOR S.A.A.  
 Form. A-4  
 Dimensiones en milímetros

DIMENSIONES		EN mm		Perno Acero	
K	B	E	F		
50	90	280	32	35%	10
RELACION		300 / 100V	10-1	3A	
RELACION		300 / 100V	10-2	1.5A	



# ANEXO 3

VENTANA DEL SISTEMA DATA EASY DONDE SE HACEN LOS REQUERIMIENTOS DE COMPRAS

**DatEasy Compras - CEA** 06/09/2007 MARIA VELASQUEZ VASQUEZ

Tablas Solicitudes de compras Coligaciones Ordenes de compras Recepción de ordenes Retorno ?

Inicio [Iconos] Microsoft Excel - Solc. DatEasy DatEasy Compra... 01.09 p.m.

**Solicitudes**

Edición Lista

S	Tipo	Serie	Nro	Fecha	Solicitante	Nombre del Solicitante	Area	Fecha Req.	Costo
P	SC	03	0004400	29/08/2007	00168	MARIA REGINA VELASQUEZ VASQUEZ	GGP	29/08/2007	0403K
P	SC	03	0004401	29/08/2007	00168	MARIA REGINA VELASQUEZ VASQUEZ	GGP	29/08/2007	0403K
A	SC	03	0004402	31/08/2007	00168	MARIA REGINA VELASQUEZ VASQUEZ	GGP	31/08/2007	0403K
P	SC	03	0004403	03/09/2007	00168	MARIA REGINA VELASQUEZ VASQUEZ	GGP	03/09/2007	0403K
P	SC	03	0004404	04/09/2007	00168	MARIA REGINA VELASQUEZ VASQUEZ	GGP	04/09/2007	0403K
P	SC	03	0004405	04/09/2007	00168	MARIA REGINA VELASQUEZ VASQUEZ	GGP	04/09/2007	0403K

S	Artículo	Descripción	Carb. Requer.	Carb. Atend.	Fecha Req.
P	SIN CODIGO1	NIPLE BRONCE 1/2(H) A 3/4(M)SEGUIMUESTR	10 000	0 000	05/09/2007
A	030504	BARRA DE CU 5 X 40 MM	12 000	12 000	31/08/2007
A	800302	OREJAS FE 1/4 X 2 X 58MM	200 000	200 000	03/09/2007
A	800304	OREJAS FE 1 X 4 X 100MM	30 000	30 000	03/09/2007
P	170304	PAPEL MOFLEX 78*78 DE 0.48 MM CLASE F	40 000	0 000	31/08/2007
A	290116	PINTURA ESMALTE EPOXICO-GRIS	20 000	20 000	04/09/2007
A	290115	PINTURA ZINCROMATO EPOXICO-VERDE	20 000	20 000	04/09/2007
A	310102	CATALIZADOR EPOXICO ESMALTE	20 000	20 000	04/09/2007
A	310101	CATALIZADOR EPOXICO ZINCROMATO VERDE	20 000	20 000	04/09/2007

VENTANA DEL SISTEMA DATA EASY DONDE SE REGISTRAN LOS INGRESOS DE MATERIAL A ALMACEN Y LAS SALIDAS DE MATERIAL A TALLER O A TERCEROS

**DatEasy Almac - CEA** 31/08/2007 MARIA VELASQUEZ VASQUEZ

Tablas Registro de Movimientos Procesos Reportes Consultas Retorno ?

Inicio [Iconos]

**Consulta de Kardex**

Parámetros de consulta Resultados de consulta

**Ayuda**

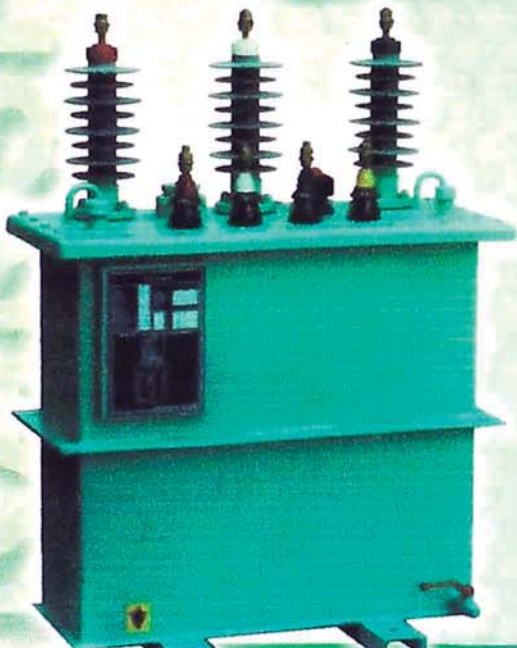
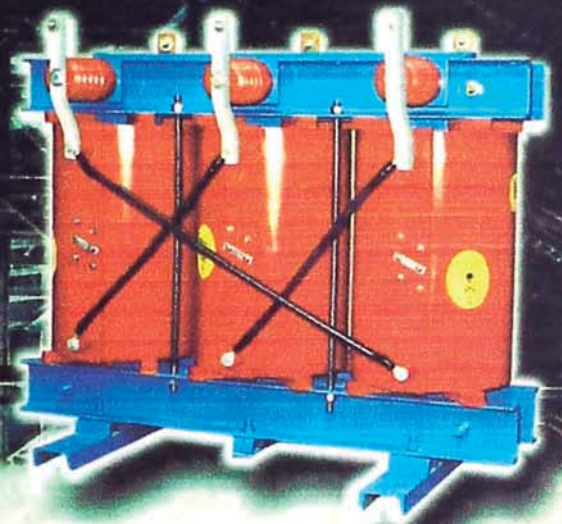
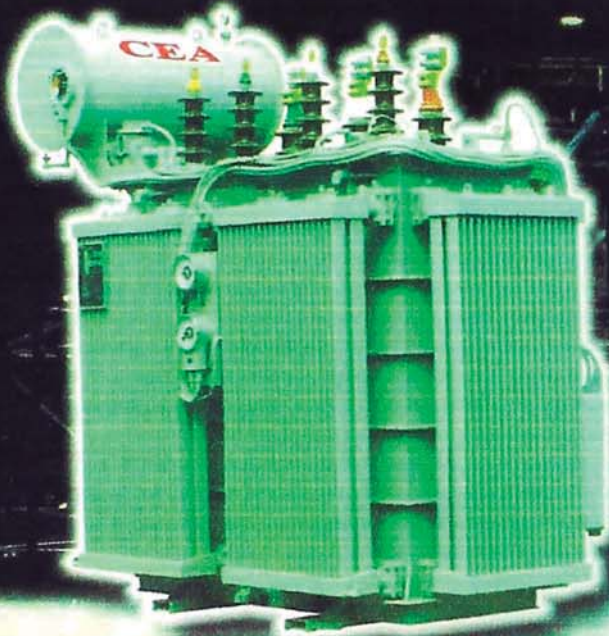
Artículo	Dsc
050401R	PLANCHA DELMAT 5 MM PETAZOS
050402	PLANCHA DELMAT 6 MM
050402R	PLANCHA DELMAT 6 MM PETAZOS
050403	PLANCHA DELMAT 10 MM
050403R	PLANCHA DELMAT 10 MM PETAZOS
050404	PLANCHA DELMAT 3 mm
050405	PLANCHA DELMAT 8 MM
050405R	PLANCHA DELMAT 8 MM PETAZOS
050406	PLANCHA DELMAT 1 MM
060102	PLATINA DE FE 1/8 X 3/4

Código Descripción

Actualizar consulta Cerrar ventana

ANEXO 4

# TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION



# CEA

COMPAÑIA ELECTRO ANDINA S.A.C.

## MANUAL DE INSTRUCCIONES

- a) La protección.
- b) La ventilación.
- c) El desfogue del aceite.

## PROTECCION CONTRA CORTOCIRCUITO EN EL SECUNDARIO.

Es suficiente instalar, en lado de alta tensión fusibles de tipo "CUT OUT" en instalaciones exteriores y tipo CARTUCHO en interiores. Fusibles tipo «CUT OUT» no deben usarse nunca en instalaciones interiores.

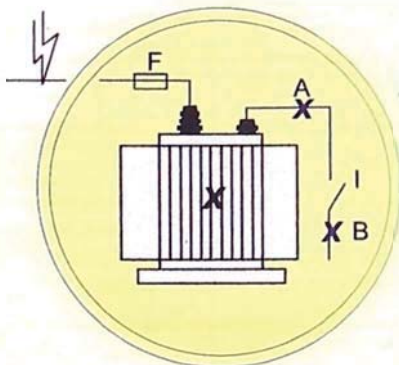
La selección de estos fusibles (F) deben cumplir con las siguientes condiciones mínimas:

- a) Que actúen en el tiempo máximo de 2 segundos, en caso de cortocircuito en bornes del secundario (A)
- b) Que no actúen con la corriente de inserción del Transformador.
- c) Que no actúen, en caso de cortocircuito en la barra (B), ya que en este caso, debe actuar el elemento de protección (1).

La mayoría de fabricantes de fusibles suministran tablas con entradas de potencia y voltaje (media tensión), con las cuales se puede seleccionar fácilmente el fusible apropiado en cada caso.

Nuestra Empresa puede recomendar, a solicitud del usuario, marcas y características de fusibles apropiados. Sin embargo, como regla práctica, la corriente nominal del fusible debe estar comprendida entre 1,5 y 2 veces la corriente nominal del Transformador.

En el caso de instalaciones al interior, es



conveniente que la actuación de los fusibles origine la apertura de un seccionador automático (Tipo SCR-sg-V de FELMEC DUESTELLE o similar).

### CUADRO N°1

CAPACIDAD DE SOBRECARGA DE TRANSFORMADORES C.E.A.			
TIEMPO DE SOBRECARGA HORAS	CARGA PREVIA 25%	CARGA PREVIA 50%	CARGA PREVIA 80%
1	89	80	62
2	59	53	41
4	34	31	24
6	23	21	16
8	16	15	12
12	10	9	7

La capacidad de sobrecarga temporal es función de la temperatura ambiente y de la carga previa a la sobrecarga. El cuadro N° 1 indica el porcentaje de sobrecarga y el tiempo de duración de esta para Transformadores ONAN y ONAF para una temperatura ambiente de 20° C.

NOTA .- En servicio cíclico normal, la sobrecarga no debe superar 50% de la potencia nominal.

Quando se quema un solo fusible es recomendable el cambio de los tres para asegurar una adecuada protección en caso de fallas futuras.

Para lograr una buena protección es recomendable utilizar un Interruptor automático termomagnético. Un factor muy importante a considerar para seleccionar este Interruptor es la capacidad de interrupción (KA) necesaria, la cual debe ser superior a la que se origine en caso de cortocircuito trifásico en bornes del secundario, considerando como mínimo, que estas corrientes solo serán limitadas por la impedancia del Transformador. El cuadro N° 2 presenta las corrientes de cortocircuito (en KV) bajo las condiciones precitadas para Uk:4%.

### CUADRO N°2

KVA	220V.	440V.
100	7	9
200	13	17
320	21	26
400	23	28
500	29	35
630	33	40
800	42	51
1000	45	55



# INSTRUCCIONES

## PARA EL TRANSPORTE, PUESTA EN SERVICIO, RECEPCION EN OBRA, INSTALACION Y MANTENIMIENTO



Los Transformadores construidos por Cia. Electro Andina S.A.C. cubren una gama de Potencias que van desde los 5KVA hasta los 5000 KVA con una tensión de servicio de hasta 36 KV.

El Transformador por ser una Máquina Eléctrica estática no sufre desgaste mecánico y su vida útil está directamente relacionada con la vida de sus aislamientos sólidos de papel (a base de celulosa) y líquidos (aceite dieléctrico).

Tanto la celulosa como el aceite dieléctrico se degradan por acción de dos factores principales; temperatura y ataque químico.

La sobretemperatura en el funcionamiento de los Transformadores la originan las sobrecargas, una deficiente ventilación o una mala instalación con resistencias de contacto o pérdidas altas.

Las corrientes de cortocircuito que se presentan durante el funcionamiento de los Transformadores someten a los bobinados de este a esfuerzos térmicos y electrodinámicos que pueden (de no ser interrumpidos a tiempo) ocasionar su colapso.

También las sobretensiones no controladas, constituyen una causa de falla frecuente en la operación de los Transformadores, sobre todo en aquellas instalaciones en zonas de alto nivel isoceraunico.

### 1 TRANSPORTE

Antes de proceder al transporte, verificar que todas las válvulas y respiraderos estén herméticamente cerrados.

Como cualquier otra Máquina Eléctrica se debe tener especial cuidado para transportar Transformadores. Si el transporte se realiza dentro de Lima, no se necesita embalaje. Si será transportado a provincias, se recomienda protegerlo con un embalaje adecuado, que puede ser tipo jaula o tipo cofre (tipo de exportación). Para el transporte se deben observar los siguientes cuidados:

- Asegurarse que el Transformador no sufrirá desplazamientos sobre la plataforma, ni volteo.
- Recomendar al transportista observar una baja velocidad para evitar movimientos bruscos.

### 2 RECEPCION EN OBRA

Revisar minuciosamente al Transformador, comprobando que no ha sufrido daños en la cuba, radiadores, alambres e instrumentos.

- Verificar que no se ha producido pérdida de aceite y que no presente filtraciones.
- Controlar el nivel de Aceite.
- Comprobar que todas la válvulas y respiraderos llegaron herméticamente cerrados y así deberán quedar si el Transformador permanecerá almacenado.

#### IMPORTANTE

En caso de constatar alguna avería, reportar la misma a nuestra fábrica dentro de las 24 horas.  
Phone: 528-8238 / 528-1551 / 528-8643  
Atención al Cliente: Anexo 107 y 108  
Anexo Fax: 103  
Nextel: 81-54196

### 3 INSTALACION

Los aspectos más importantes que hay que observar para una adecuada instalación de nuestros Transformadores son:

El Interruptor de baja tensión puede resultar muy oneroso, sobre todo cuando se trata de Transformadores cuya potencia es igual o mayor a los 630 KVA, y el voltaje del sistema es bajo; por ejemplo, 800 KVA, EN 220 V; corriente nominal: 2100A. Este Interruptor podría ser reemplazado por un sistema de protección contra sobrecargas igual o similar al descrito en el folleto N° 145-0287 de nuestro representante ELECIN.

Una forma indirecta de protección contra sobrecargas es mediante un termómetro bimetálico, con indicación de máxima temperatura alcanzada por las capas superiores del aceite durante un periodo determinado. Un termómetro con contactos puede ser también útil con el fin de activar una alarma o de la desconexión del Transformador, sin embargo es necesario reiterar que este método es indirecto y no garantiza que el Transformador no sufra daños originados por sobrecargas de corta duración; debido a que la constante de tiempo del aceite es considerablemente más grande que la del cobre; de modo que el termómetro no registrará en ningún caso la temperatura de los puntos calientes del arrollamiento.

La protección más apropiada contra sobrecargas es el Relé de Imagen Térmica, sin embargo el costo relativamente alto de este instrumento restringe su uso para la protección de unidades más grandes (>1250 KVA).

## PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES

Las sobretensiones que se presentan en el servicio de los Transformadores pueden ser de origen externo (Rayos) o de sobretensiones internas o de maniobra.

La forma más apropiada de proteger a estos equipos contra este tipo de eventos es mediante el uso de los Pararrayos, los cuales deben ser seleccionados debidamente considerando entre otros factores:

a) La máxima tensión de servicio.

- b) La conexión del neutro del sistema y del lado de AT del Transformador.
- c) La corriente de descarga requerida (generalmente 5 KA).
- d) La altitud de la instalación.

## LIMITACION DE FALLAS INTERNAS

No obstante que el Transformador, cuando está correctamente fabricado, es una máquina muy fuerte, puede sufrir averías internas originadas generalmente por falta de previsión del usuario en los aspectos de protección, mencionados anteriormente, que usualmente deviene en una debilitación de los aislamientos y consecuentemente, en una falla interna. Cuando se llega a esta situación, el Transformador debe ser puesto fuera de servicio. Lo importante es que, en estos casos, la falla no degenera en una falla que destruya totalmente al Transformador y no afecte al resto de la instalación. Los elementos recomendados anteriormente, además de desempeñar cada uno su función propia, ayudan a limitar las fallas internas.

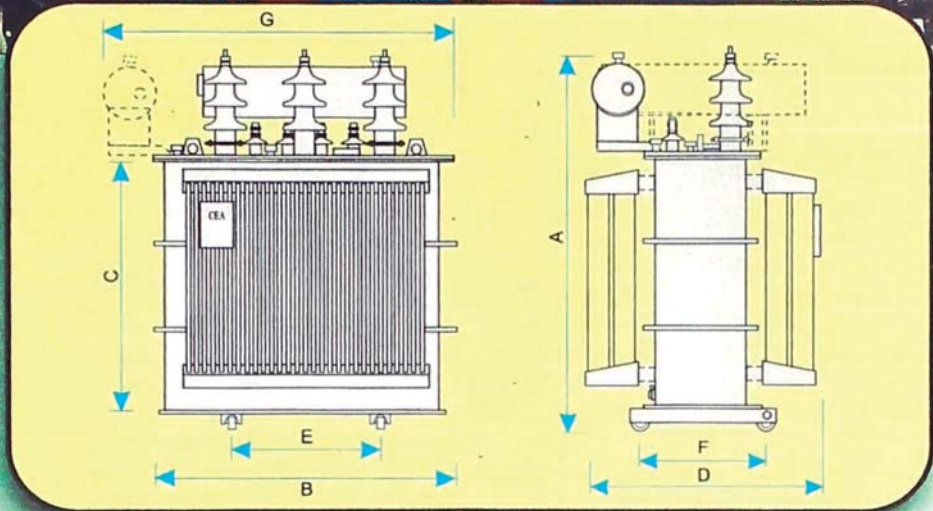
El Transformador de potencia mediana, ejemplo más de 500 KVA, puede optar por la incorporación de un Relé BUCCHOLZ, el que actúa al detectar una sobrepresión originada por una falla interna. Sin embargo, este relé debe actuar sobre un elemento de apertura automática instalado en el lado del primario del Transformador, que pueda sacar a este del servicio en cuanto actúa dicho relé. La simple función de alarma, no justifica su instalación.

La Válvula de Seguridad es un accesorio que debe ser instalado en todo Transformador, por lo menos de 50 KVA o más. Esta válvula actúa en caso de sobrepresiones excesivas internas y limita, en cierta medida, una falla de esta naturaleza. Para Transformadores de potencias mayores y de más alto voltaje se disponen de otros sistemas para protección contra fallas internas, como son la protección diferencial y otros más sofisticados no correspondientes al presente manual.

El Indicador del Nivel de aceite da una lectura vital para el buen funcionamiento del Transformador, toda vez que el aceite en estas unidades cumple la doble función de aislamiento y refrigeración y el tanque de Expansión o Conservador juega un rol



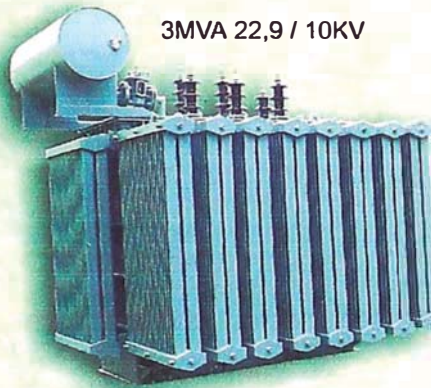
## DIMENSIONES Y PESOS APROXIMADOS (mm.)



POTENCIA KVA	A	B	C	D	E	F	G	PESO (KG)
15	980	680	550	480	330	330	---	180
25	1020	700	570	500	340	340	---	218
37.5	1060	730	620	530	350	350	---	270
50	1100	800	650	550	370	370	---	315
80	1150	850	680	570	400	400	---	435
100	1200	870	740	580	420	420	---	515
125	1270	910	760	600	430	430	---	595
160	1300	950	800	620	450	450	---	710
200	1380	980	850	750	460	460	---	850
250	1400	1020	900	780	500	500	---	1030
315	1500	1120	960	860	540	540	---	1235
400	1620	1180	1020	980	560	560	---	1460
500	1680	1200	1080	1050	560	560	---	1650
630	1700	1250	1100	1150	580	580	---	1920
800	2000	1600	1250	1200	580	580	1900	2670
1000	2100	1800	1320	1250	620	620	2150	3100
1250	2150	1980	1500	1330	700	700	2400	3670
1600	2500	2150	1650	1600	750	750	2550	4800

## OTROS PRODUCTOS C.E.A.

- Transformadores de Distribución hasta 5000KVA, 52KV.
- Transformadores de Distribución con Medición Incorporada.
- Transformadores Secos.
- Transformadores de Medición de Tensión y Corriente hasta 36 KV
- Transformadores de Medición mixtos (TRAFOMIX<sup>sm</sup>).
- Transformadores de Aislamiento para redes de Cómputo.
- Transformadores de Distribución con Medición Integrada (TDMI)
- Transformadores de Distribución anti-hurto (TDAH)
- Transformadores de Puesta a Tierra (Neuro Artificial).
- Autotransformadores de Arranque para motores hasta 7,2KV, 2000KW.
- Reactancias Limitadoras de las corrientes de cortocircuito.
- Transformadores especiales.

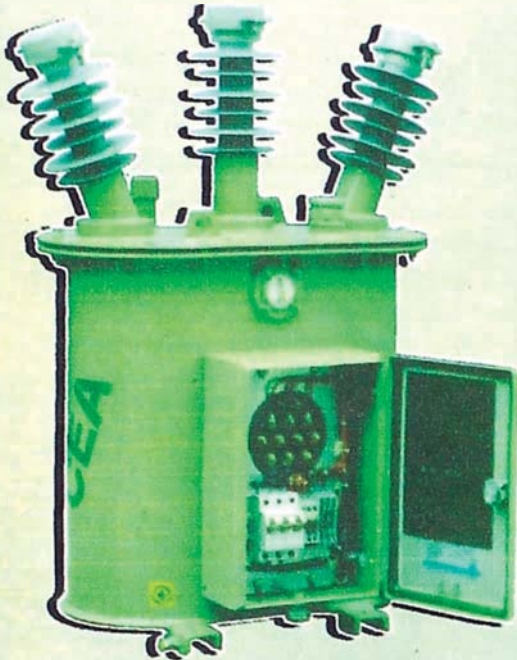


Calle El Hierro 162, Urb. Infantas - Los Olivos - Panam. Norte Km. 18.5  
 Teléfonos: 528-8238 - 528-1551 - 528-8643  
 Anexo Fax: 103  
 Anexo Ventas: 107 y 108  
 E-mail: cea@ddm.com.pe / cea@million.com.pe

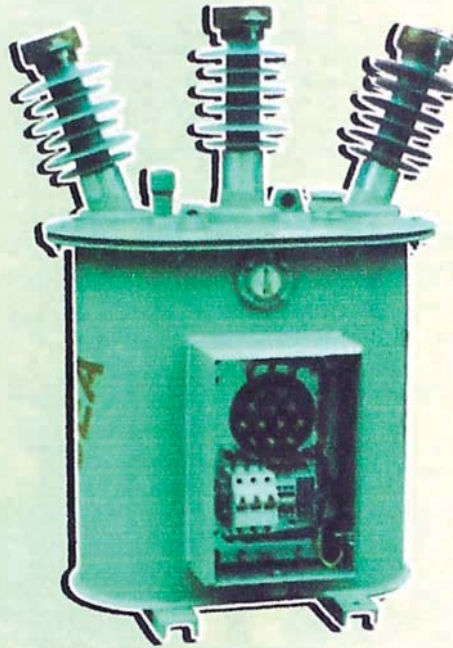
## REPRESENTANTE

# TRANSFORMADOR MIXTO

DE TENSION Y  
CORRIENTE  
HASTA 36 KV



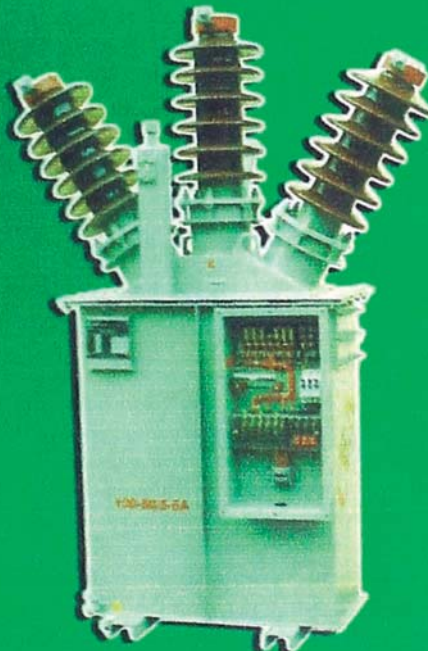
**TRAFOMIX ECOLOGICO**  
Sumergido en Silicona (para Medida - 12KV)



**TRAFOMIX**  
Sumergido en Aceite (para Medida - 12KV)



**TRAFOMIX CONVENCIONAL**  
Sumergido en Aceite Mineral  
(para Medida - 12KV)



**TRAFOMIX CONVENCIONAL**  
Sumergido en Aceite Mineral  
(para Medida y Protección - 36 KV)

- ▣ Instalación simple
- ▣ Mínimo espacio requerido
- ▣ Notable reducción de costos
- ▣ Clase de precisión garantizada
- ▣ Sin riesgo de conexiones erróneas
- ▣ Eficaz para realizar balances de energía eléctrica



MIXTO  
TRAFOMIX

# TRANSFORMADOR MIXTO DE TENSION Y CORRIENTE HASTA 36 KV

Nuestra empresa produce, desde 1990 transformadores para aplicarse en el campo de la medición y/o protección de sistemas trifásicos y monofásicos de media tensión (desde 2.2 hasta 36Kv.) Uno de estos aparatos es el **TRAFOMIX** (Marca Registrada).

El **TRAFOMIX** es una unidad compacta que puede aplicarse para realizar la medición, control y protección en media tensión y es fabricado de acuerdo a las prescripciones de las normas IEC, ANSI, VDE, e INDECOPI. Para realizar esta función, el **TRAFOMIX** reúne en uno solo los Transformadores de Tensión y Corriente requeridos, los cuales se interconectan internamente entre si de acuerdo al esquema deseado (generalmente Delta Abierto ó Estrella).



## VENTAJAS DEL TRAFOMIX

Con respecto a la medición tradicional, en conexión Delta Abierto con Transformadores independientes dos (02) de Tensión y dos (02) de Corriente; así como en conexión Estrella con tres (03) Transformadores de Tensión y tres (03) de Corriente. El **TRAFOMIX** ofrece las siguientes ventajas:

### EN INSTALACIONES AL EXTERIOR:

- Notable reducción de los costos de los equipos y de la instalación. Se elimina el complejo conexionado tanto en el lado de alta como de baja tensión.
- Puede instalarse adosado en un solo poste (en forma similar a los Transformadores monofásicos de distribución), o en una plataforma aprovechando uno de los postes de una subestación aérea (ver figura N°1).

### EN INSTALACIONES AL INTERIOR:

- Reducido espacio requerido. Puede instalarse en una Celda existente, sin necesidad de mover los aparatos previamente instalados, como Seccionadores de Potencia o Interruptores Automáticos. La figura N°2 muestra un **TRAFOMIX** instalado en una celda de llegada, nueva o existente.

### ADEMAS:

- Conexionado simple eliminándose el riesgo de errores de polaridad que podrían conducir a falsas mediciones.
- Superior capacidad para soportar sobretensiones así como los esfuerzos originados por las corrientes de cortocircuito.
- Ostentan un comportamiento superior para trabajar en ambientes altamente contaminados y con altitud.
- Ante la eventualidad de una falla no controlada

## TIPOS DE TRAFOMIX

Denominación generalizada: **TMI(E)A(B)-XY**

**TM** : Denominación general del **TRAFOMIX**

**I (E)** : Montaje I (Interior), E (Exterior)

**A (B)** : A (Aisladores primarios sobre la tapa)

B (Aisladores primarios laterales)

**XY** : X (Cantidad de Transformadores de Tensión, máximo tres)

: Y (Cantidad de Transformadores de Corriente, máximo seis, siendo tres para Medida y tres para Protección)

Ejemplos :

**TMEA-33 TRAFOMIX** montaje Exterior, aisladores primarios sobre la tapa, tres (03) Transformadores de Tensión y tres (03) Transformadores de Corriente.

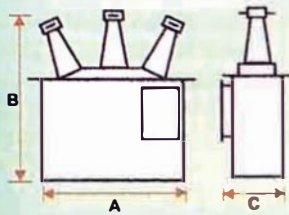
**TMIB-22 TRAFOMIX** montaje Interior, aisladores primarios laterales, dos (02) Transformadores de Tensión y dos (02) Transformadores de Corriente.

**TMIB-20 TRAFOMIX** montaje Interior, aisladores primarios laterales, dos (02) Transformadores de Tensión y ninguno de Corriente.

**TMIA-02 TRAFOMIX** montaje Interior, aisladores primarios sobre la tapa, ningún Transformador de Tensión y dos (02) Transformadores de Corriente.

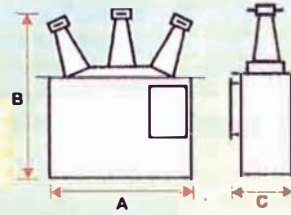
**TMEA-11 TRAFOMIX ( MONOFASICO )** montaje exterior, aisladores primarios sobre la

# CROQUIS DE DIMENSIONES GENERALES



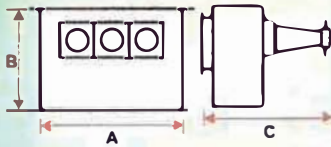
TRAFOMIX TRIFÁSICO, EXTERIOR, TIPO TMEA-22

VOLTAJE AT KV	BIL KV	PESO (1) Kg.	PESO (2) Kg.	A mm	B(1) mm	B(2) mm	C mm
12	75	140	135	600	900	770	450
24	125	190	170	780	1130	1000	550
36	170	210	200	840	1350	1220	620



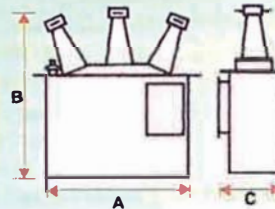
TRAFOMIX TRIFÁSICO, INTERIOR, TIPO TMIA-22

VOLTAJE AT KV	BIL KV	PESO (1) Kg.	PESO (2) Kg.	A mm	B(1) mm	B(2) mm	C mm
12	75	140	135	600	900	770	450
24	125	190	170	780	1130	1000	550
36	170	210	200	840	1350	1220	620



TRAFOMIX TRIFÁSICO, EXTERIOR, TIPO TMEB-22

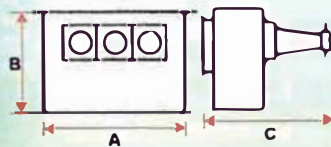
VOLTAJE AT KV	BIL KV	PESO (1) Kg.	PESO (2) Kg.	A mm	B mm	C(1) mm	C(2) mm
12	75	130	125	600	520	550	520
24	125	180	160	720	640	640	640
36	170	200	190	800	680	720	680



TRAFOMIX TRIFÁSICO, EXTERIOR, TIPO TMEA-33

VOLTAJE AT KV	BIL KV	PESO (1) Kg.	PESO (2) Kg.	A mm	B(1) mm	B(2) mm	C mm
12	75	165	155	680	900	770	450
24	125	210	180	780	1130	1000	550
36	170	280	240	880	1350	1220	620

Las dimensiones son referenciales y están sujetas a cambio para mejoras de Diseño.



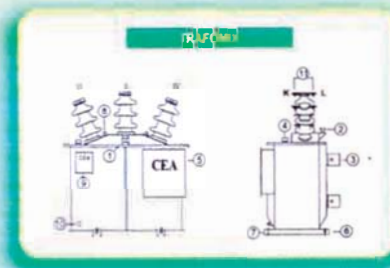
TRAFOMIX TRIFÁSICO, INTERIOR TIPO TMIB-22

VOLTAJE AT KV	BIL KV	PESO (1) Kg.	PESO (2) Kg.	A mm	B mm	C(1) mm	C(2) mm
12	75	130	125	600	520	550	520
24	125	180	160	720	640	640	640
36	170	200	190	800	680	720	680

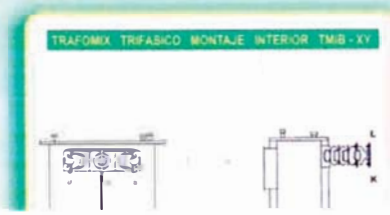
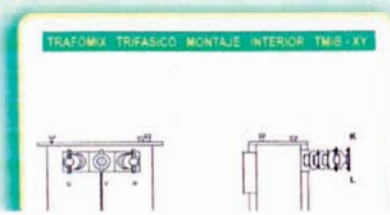
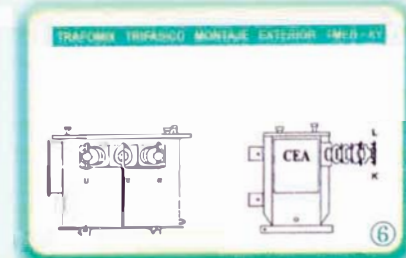
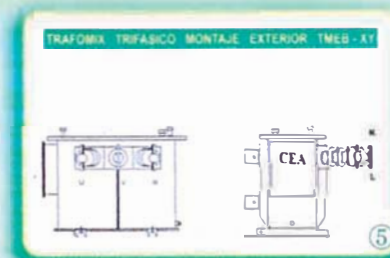
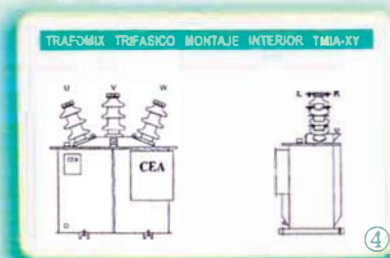
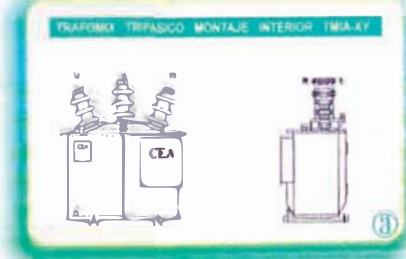
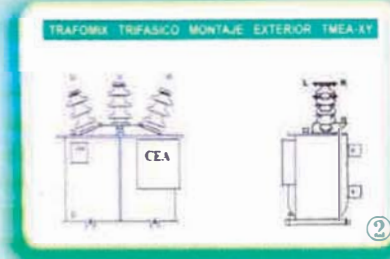
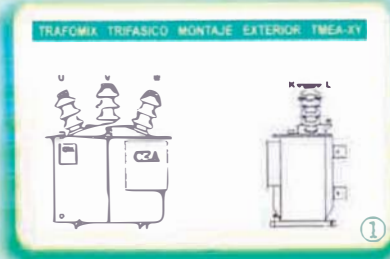
**DONDE:**

- (1) Aisladores de Porcelana, sumergido en Aceite Mineral.
- (2) Aisladores de Silicona, sumergido en Fluido de Silicona.

## SELECCION DEL TRAFOMIX DE ACUERDO AL TIPO DE MONTAJE Y LA POLARIDAD



- ACCESORIOS DEL TRAFOMIX**
- 1 - Indicador de nivel de aceite
  - 2 - Tubo de llenado
  - 3 - Soporte para fijación a poste
  - 4 - Válvula de sobrepresión
  - 5 - Caja bomer de BT
  - 6 - Perno de puesta a tierra
  - 7 - Base con perfiles en "U" para su fijación
  - 8 - Orejas de izamiento
  - 9 - Placa de características
  - 10 - Válvula de vaciado
  - 11 - Polaridad: K = Entrada de la línea AT  
L = Salida de la línea AT



# ESPECIFICACION ADICIONAL PARA PEDIDOS



## INFORMACION GENERAL

Tensión Máxima del Sistema	: en KV
Nivel de Aislamiento (BIL)	: 75, 95, 110, 125, 150, 170, 200, 250 KV
Neutro del Sistema	: Aislado o puesto a tierra
Frecuencia de la Red	: 50 ó 60 Hz
Altitud de la instalación	: m.s.n.m.
Nivel de Cortocircuito	: MVA
Montaje	: Exterior ó Interior

## TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

Potencia	: 15, 30 VA
Relación	: .../5, 2, 1A
Clase de Precisión	: 0.2, 0.5, 1.0 (para Medida)
Clase de Precisión	: 5P10, 5P20, 10P10 (para Protección)
Grupo de Conexión	: Delta Abierto ó Estrella (IIlyn0)
Corriente Térmica (Ith)	: 100 In (a falta de Especificación)
Corriente Dinámica (Idyn)	: 250 In (a falta de Especificación)

## TRANSFORMADORES DE TENSION

Potencia	: 25, 50, 100 VA
Relación	: 2.2, ..., 36/ 0.1, ..., 0.23KV
Clase de Precisión	: 0.2, 0.5, 1.0 (para Medida)
Clase de Precisión	: 3P, 6P (para Protección)
Grupo de Conexión	: Delta Abierto ó Estrella con Neutro (YNyn0) Estrella sin Neutro (Yyn0)



## ALTURA DE UTILIZACIÓN

El **TRAFOMIX** puede trabajar en instalaciones desde el nivel del mar hasta los 5,000 m.s.n.m. dato que debe proporcionar el usuario del equipo. La altura de utilización sólo tiene influencia en el dimensionamiento del aislamiento externo del **TRAFOMIX**, pues la disipación del calor producida por las pequeñas pérdidas del **TRAFOMIX**; está garantizada por la superficie del tanque, a cualquier altitud sobre el nivel del mar.

## ACCESORIOS NORMALES

- 1- Aisladores de Porcelana para uso exterior ( ó de Silicona para ambientes muy contaminados con alto contenido salino ).
- 2- Aisladores de Resina Epóxica para uso interior ( ó de Silicona para ambientes muy contaminados con alto contenido salino).
- 3- Tanque conservador con indicador de nivel de aceite, para  $Un > 17.5$  KV
- 4- Indicador de nivel de aceite sin tanque conservador para  $Un < 17.5$  KV
- 5- Tubo de llenado de aceite con tapón incorporado.
- 6- Grifo de vaciado y extracción de muestras de aceite.
- 7- Pernos para conexión de puesta a tierra de la Cuba del **TRAFOMIX**
- 8- Orejas de izamiento para levantar la Parte Activa o el **TRAFOMIX** completo.
- 9- Válvula de Sobrepresión.
- 10- Placa de Características.
- 11- Caja metálica en el lado de B.T, conteniendo en su interior lo siguiente:
  - Interruptor termomagnético, para la protección del Transformador de Tensión.
  - Seccionador para aislar el circuito de tensión y cortocircuitar el circuito de corriente
  - Resistencia antiferroresonante (sólo para conexión Estrella).
- 12- Base con perfiles en "U" para su anclaje.
- 13- Soportes para fijación a poste (no incluye abrazaderas). Solo para montaje exterior.

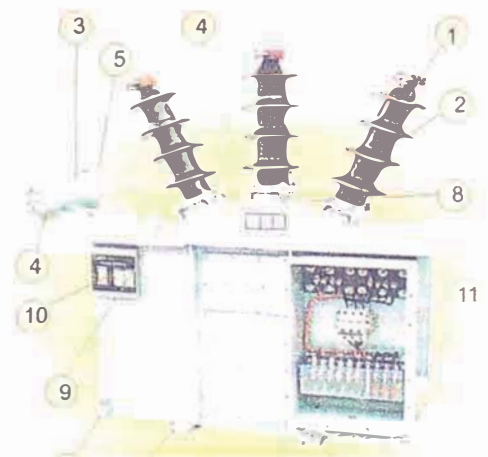
## ACCESORIOS ESPECIALES

- 14- Abrazaderas para sujeción a poste.
- 15- Fusibles incorporados en el lado de alta tensión (sólo para montaje interior, hasta  $Un = 12$  KV).
- 16- Pararrayos incorporados en el lado de alta tensión.

## EL TRAFOMIX TM I(E)A(B)-11

Este tipo merece especial mención pues se trata de un equipo constituido por un (01) Transformador de Tensión y uno (01) de Corriente.

Puede aplicarse en mediciones monofásicas así como trifásicas



# TDMI

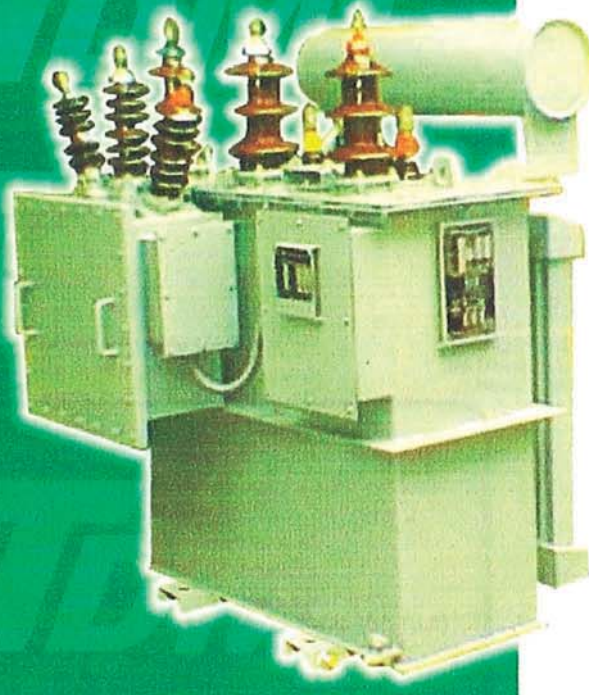
## **T**ransformadores de **D**istribucion con **M**edicion **I**ntegrada

*Ahora con el TDMI es fácil conectarse a una línea de media tensión (10000.....22900 Volt.)*

El **TDMI** es un Transformador normal, que contiene los Transformadores de Tensión y los Transformadores de Corriente, incorporados en el lado de media tensión para la medición completa. Son fabricados de acuerdo a las Normas : IEC Pub.76, Pub.6044-1 y 60044-2.

### Tiene las siguientes ventajas:

- Notable menor costo; comparado con el conjunto de Transformador de Distribución más Transformadores de medición unitarios separados.
- Menor costo de instalación; no es necesario instalar ningún Transformador de medición por separado.
- Quedan eliminados totalmente; los errores de conexión de los Transformadores de medición.
- Mayor seguridad de operación; pues no hay partes vivas al alcance debido a que el Transformador de Distribución y los Transformadores de medición forman un solo bloque.
- El Transformador de Tensión;(trifásico) está equipado con bornes seccionables posteriores hasta una tensión de 10 KV y con bornes convencionales exteriores para tensiones mayores a 10 KV. En cualquier caso, es fácilmente desmontable, frente a cualquier eventualidad, sin interferir con la continuidad de servicio del Transformador de Distribución asociado.
- Los Transformadores de Corriente; no están expuestos a las elevadas corrientes de cortocircuito que podrían circular cuando estos están montados al exterior del Transformador.
- El Control de Calidad; durante el proceso de fabricación del TDMI, así como las Pruebas de Rutina al término de la fabricación, se realizan de acuerdo a las Normas IEC, con la finalidad de garantizar el producto durante su vida de operación.
- El Control de Calidad; se realiza en cada una de las diferentes etapas del proceso de fabricación garantizando que el TDMI cumple con las exigencias prescritas en las Especificaciones del Comprador, así como en las Normas de Fabricación IEC Pub. 76, Pub. 60044-1 y Pub. 60044-2.





# POTENCIAS NORMALIZADAS

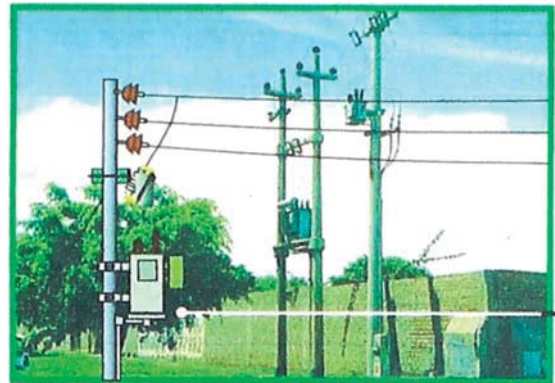
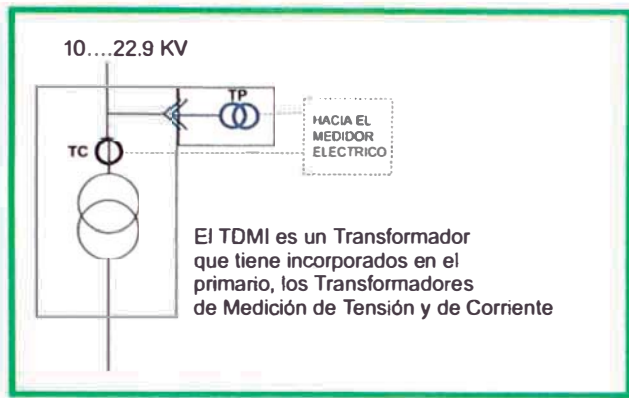
Los Transformadores tipo TDMI están orientados para aplicarse en instalaciones al exterior en barbotante o en un solo poste, en donde el Concesionario de Energía Eléctrica tenga la facilidad de realizar el conexionado al medidor. Bajo este criterio, las potencias normalizadas son :

**50, 100, 160, 200 y 250 KVA**

Se puede suministrar otras potencias, sobre pedido. Los Niveles de Aislamiento (BIL) son, de acuerdo a las Normas IEC : 75, 95, 125, 150 y 170 KV

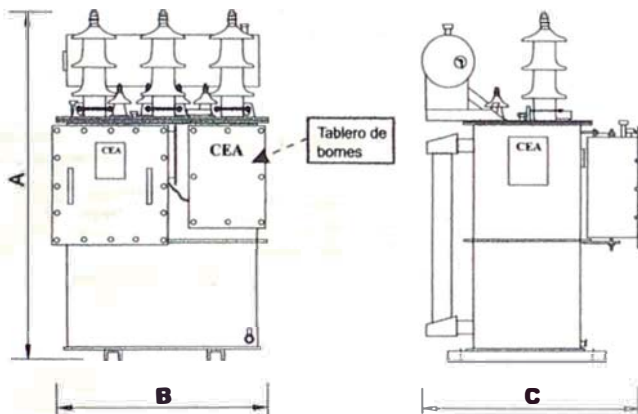
**TDMI**

El TDMI, instalado en un solo poste, puede reemplazar, con gran economía, al puesto de medición y transformación mostrado en la fotografía



## TRANSFORMADORES TIPO

**TDMI**



Transformadores de medida incorporados	Cantidad	Clase
Transformadores de Tensión	2 ó 3	0.5 ó 0.2
Transformadores de Corriente	2 ó 3	0.5 ó 0.2

Mayores clases de precisión, sobre pedido

KVA	50	100	160	200	250
A	1320	1450	1550	1600	1650
B	880	960	990	1030	1120
C	950	920	970	1010	1090
Kg	555	820	940	1050	1250

las Dimensiones son referenciales en mm

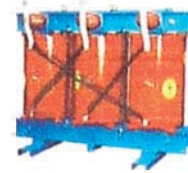
## OTROS PRODUCTOS



TRAFOMIX



TRANSFORMADORES  
De Distribución y Potencia  
Hasta 5 MVA, 36KV ..



TRANSFORMADORES SECOS  
Hasta 2000 KVA, 24 KV



Calle El Hierro 162 Urb. Infantas - Los Olivos,  
Lima 39 - Perú (Alt. Panamericana Norte Km 18.5)  
Telfs.: (51-1) 528-1551 / 528-8238 / 528-8643  
Anexo Fax : 103  
Nextel : 81 54196  
E-mail : cea@ddm.com.pe

## REPRESENTANTE

## ANEXO 5

## FORMATO PARA CALCULO PREVIO DEL COSTO

## O.T. 40311

COSTO DE MATERIALES					COSTO DE MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANT	UND	COSTO UNIT	COSTO TOTAL	C.C.	DESCRIPCION	HH	FH	CMO
Trafo de Corriente		pza	65	0					
Núcleo de Fe Silicoso		pza	5,8	0	4032	Núcleos		2,35	0
Cobre BT		kg.	9,73	0	4033	Bobinado		3,4	0
Cobre AT		kg.	12,51	0	4034	Mont. y Conex. Dist		7	0
Papel Presphan (Kg.)		kg.	3	0	4035	Mont. y Conex. Tmx	8	4,3	34,4
Aceite Dielectrico	3	gln	5,73	17,19	4036	Pintura y Acabados	6	9	54
Aisladores A.T.		pza	17,6	0	4037	Carp. Metálica	1	3,85	3,85
Aisladores B.T.		pza	74,15	0					
Tanque y Tapa		pza						92,2	
Pintura, Solventes		gln	7,77	0				5	
Arenado Tanque		hrs	18	0					
ACCESORIOS									
Caja tablero BT Rittal chica		pza	60	0	C.C.	DESCRIPCION	HH	FH	CMO
Caja tablero BT Famelai chica		pza	44,8	0					
Abrazadera para poste		pza	8,3	0	4042	Control de Producción	2,5	2,1	5,25
Ganchos U para poste		pza	4,6	0	4043	Sala de Pruebas	2	4,4	8,8
Valvula de Seguridad s/ contactosaux.	1	pza	15	15					
Chapa-Llave de Puerta		pza	6	0				14,0	
Desecador de aire VE11 con silicagel		pza	15	0				5	
Resistencia Antiferroresonante		pza	45	0					
Portafusibles tipo canister 15 KV		pza	345,58	0					
Ind. Mag. De nivel de Aceite		pza	6	0					
Conmutador		pza	30	0	C.C.	DESCRIPCION	HH	FH	CMO
Placa de Características		pza	5	0					
Bomera Ritz 600Vac 25A-7 polos		pza	45	0	4053	Diseño	0,5	6,8	3,4
Bomera seccio-Cortocircuitable		pza	4	0					
Termománético trif. 2A-600Vac		pza	12	0				3,4	
Bomera Pioch 19 posic.		pza	50	0					
Bomera Baquelita Prefabricada	1	pza	23	23		MONEDA U\$			
Grifo de Vaciado tipo Valvula Compuerta		pza	6	0		TIPO DE CAMBIO	3,2	SOL ES/ DÓLAR	

## COSTO ESTIMADO DE O.T.

40311

	COSTO TOTAL C.M.=	55,19	MATERIAL
RM=	1,1	FA=	0,082
		FV=	0,064
CF=		CMO=	92,25
(CMxRM+CMO+CQ+CI)x(1+FA+FV)	U\$		MANO DE OBRA
CF (U\$)=	<b>195</b>	CQ=	14,05
		CI=	3,4
			CALIDAD
			INGENIERIA

Lima 02 de Marzo del 2007