

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“IMPLEMENTACION DE UN PROGRAMA DE  
CALIDAD EN UNA FABRICA DE  
TRANSFORMADORES, LECCIONES  
APRENDIDAS”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**DANTE DEMETRIO ROJAS MATIAS**

**PROMOCIÓN 1997-I**

**LIMA-PERÚ**

**2007**

**TABLA DE CONTENIDO**

	<b>Pág.</b>
<b>Prólogo</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
1.1 Antecedentes	5
1.2 Planeando un programa de calidad	7
1.3 Principales dificultades para el éxito	8
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>11</b>
<b>CALIDAD DEL PRODUCTO – CONFIABILIDAD</b>	<b>11</b>
2.1 Confiabilidad la principal característica de calidad requerida por nuestros clientes	11
2.2 Aspectos fundamentales de la confiabilidad	13
2.3 Como lograr la confiabilidad	14
2.3.1 Poner énfasis	14
2.3.2 Confiabilidad del sistema	15
2.3.3 Diseño	17
2.3.4 Producción	18
2.3.5 Transporte	19
2.3.6 Mantenimiento	20

<b>CAPÍTULO III</b>	<b>21</b>
<b>GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA LA CONFIABILIDAD</b>	<b>21</b>
3.1 Percibiendo la calidad	22
3.2 La dirección debe asegurarse que hay reglas escritas	25
3.3 La dirección debe brindar capacitación para todos los empleados.	25
3.4 La dirección debe requerir competencia y dejar que las personas verifiquen sus competencias	28
3.5 La dirección debe crear motivación	29
3.6 La dirección debe hacer fácil para los empleados seguir las reglas	30
3.7 La dirección debe reforzar la responsabilidad	33
3.8 La dirección debe asegurar que las reglas están siendo seguidas y estar preparado para tomar acciones disciplinarias	34
3.9 La dirección debe asegurarse que hay una adecuada inspección	35
3.10 La dirección debe asegurarse que hay una administrativa de la No – Conformidades	36
3.11 La dirección debe dirigir la guerra contra la fallas	36
<b>CAPITULO IV</b>	<b>38</b>
<b>RESULTADOS A TRAVÉS DE LA GENTE</b>	<b>38</b>
4.1 Selección e inducción	39
4.2 Formación	41
4.2.1 La escuela de calidad	43
4.3 Creación de un ambiente propicio	45
4.4 Información	46
4.5 Participación	47

4.6	Recomendación	47
4.7	Motivación	48
4.8	Midiendo el resultado de las personas	51
4.8.1	Puntuación tipificada	51
<b>CAPITULO V</b>		<b>60</b>
<b>FABRICACIÓN, ESTACIONES DE TRABAJO</b>		<b>60</b>
5.1	Todas las instalaciones y equipamiento	60
5.2	Administración de una fabricación de transformadores	63
5.3	Arreglo de las estaciones de trabajo	64
5.4	Reglas y condiciones de las estaciones de trabajo	65
5.5	Áreas limpias	67
5.6	Plataformas	80
5.7	Administración del orden, limpieza y organización del puesto de Trabajo, método 5 S	81
5.8	Mantenimiento preventivo	84
5.9	Mantenimiento	85
5.10	Equipo	85
<b>CAPITULO VI</b>		<b>88</b>
<b>PROVEEDORES, RECEPCIÓN DE MATERIALES</b>		<b>88</b>
6.1	Proveedores certificados	88
6.2	Regla básica número 1: nunca crea en el proveedor al 100% debe haber un área de inspección de todo el material entrante, incluso de los materiales de proveedores certificados	89

- 6.3 Reglas básica número 2: no acepte problemas o defectos con ningún material entrante: incluso si el material es urgentemente necesitado por la producción 90
- 6.4 Regla básica número 3: Cuando hay problemas con un material de un proveedor: contáctate con el nivel correcto (el mas alto posible) y con hechos y fotos. 91

## **CAPITULO VII**

### **FACTORES INTRINSECOS A LA EMPRESA QUE SON DESCUIDADOS EN UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD 92**

- 7.1 Las políticas de calidad son escritas por gente que nunca ve al cliente 92
- 7.2 Las áreas internas están aisladas del resto de la empresa 93
- 7.3 Cada área ejerce su monopolio 93
- 7.4 El empleado de primera no tiene poder de decisión 94
- 7.5 El jefe genera miedo al error 94
- 7.6 Por cuidar los centavos se pierden los pesos 94
- 7.7 Se endiosa el departamento de ventas 95
- 7.8 Le empresa ve al cliente como un obstáculo a salvar y no como un objeto 95
- 7.9 Queremos que el empleado de una excelente imagen ante el cliente, pero descuidamos la imagen que e tiene de su propia empresa 95
- 7.10 Queremos que el empleado sonría al cliente pero no nos preguntamos si esta motivado para que trabajar con alegría 95

7.11 Queremos que toda la empresa se oriente al cliente pero dejamos que cada área se oriente hacia sus propias necesidades	96
7.12 Descuidamos muchos momentos de verdad por no pensar como Clientes	96
7.13 Tenemos un concepto “Colonialista” de la gerencia	96
7.14 Queremos que los empleados opinen y aporten solo en las áreas que nos convienen	97
7.15 La confusión en el enfoque del cliente interno	97
<b>CAPITULO VIII</b>	<b>98</b>
<b>PLAN DE INSPECCIÓN EN PROCESO Y EN PRUEBAS</b>	<b>98</b>
<b>CAPITULO IX</b>	<b>120</b>
<b>BUENAS PRÁCTICAS Y MALAS PRÁCTICAS, FOTOS DE ALGUNAS FÁBRICAS DE TRANSFORMADORES</b>	<b>120</b>
9.1 Buenas prácticas y malas prácticas – arreglo de talleres	124
9.2 Buenas prácticas y malas prácticas en fabricación	126
9.3 Buenas prácticas y malas – orden y limpieza, 5S	129
9.4 Buenas y malas prácticas en calidad	133
9.5 Buenas prácticas y malas – falta de competencia	134
9.6 Buenas practicas y malas – 5S, fotos del antes y después	137
<b>CONCLUSION</b>	
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	
<b>APENDICE N° 01: Normas de Fabricación y Pruebas</b>	
<b>APENDICE N° 02: Listas de Inspección de Transformadores de Distribución</b>	

## **PROLOGO**

El presente informe esta basado en mi experiencia de ocho años como Ingeniero de Procesos, Jefe de Sala de Pruebas de Transformadores de Distribución y como Jefe de Control de Calidad en la Fábrica de Transformadores de Distribución y de Potencia que la empresa Asea Brown Boveri S.A. tiene en el Perú.

Este informe muestra las lecciones aprendidas en el proceso de implementación de programas de calidad y las mejores prácticas de producción para fábricas de transformadores de distribución y potencia desde un enfoque de calidad

Este informe esta basado en el análisis de numerosas fallas en el campo y en pruebas, reuniones con clientes y sus consultores, auditorias de calidad, requerimientos de la ISO así como en mi experiencia adquirida.

Implantar un programa de calidad, puede verse como difícil de llevar a cabo. No obstante, esto puede ser alcanzado con determinación y perseverancia. Si nos mantenemos fieles a nuestra visión aportando nuestro mejor esfuerzo, trabajando con perseverancia y con visiones sistémicas; abiertas a la crítica y al aprendizaje; flexibles para el cambio cuando sea necesario y aprendiendo nuestras lecciones en el camino disfrutaremos del éxito.

Antes de emprender cualquier esfuerzo por mejorar los sistemas y procesos, no debemos perder de vista algo que es fundamental para los empresarios y son los resultados financieros. Los resultados financieros son el principal requisito de calidad por el que nos calificaran, por tanto no los perdamos de vista nunca. Por esta razón es necesario que las inversiones en procesos de calidad sean compatibles con los objetivos de la empresa, tanto a corto como a largo plazo; y asimismo, que estos sean evaluados bajo los mismos criterios que se aplican a otros tipos de inversión dentro de la empresa.

Finalmente como cada compañía es única, distinta a la otra – por lo que no sirven las copias o programas de texto o manual - ¡cree, invente, desarrolle su propio programa de calidad! , ¡Lidere con perseverancia , con paciencia; involucre y comprometa en ello a una masa crítica de gerentes, profesionales, mandos medios y personal operativo!.



# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

Los transformadores son fundamentalmente importantes para la infraestructura de la sociedad en general. La base de clientes de ABB se extiende por muchos sectores industriales: fabricantes de bienes de consumo, empresas del petróleo, tiendas por departamentos, empresas textiles, hospitales y clínicas, compañías eléctricas, supermercados, fabricantes de papel y pasta papelera, empresas mineras, acerías, fabricantes de productos químicos y empresas farmacéuticas, etc. La marca y el prestigio de ABB se fundamente en: el poder de su tecnología, la confiabilidad de sus productos, y el conocimiento y competencia de su gente.

Para nuestros clientes, la dimensión más importante de la calidad es la confiabilidad del transformador, pues el transformador representa una de las unidades más importante en cada proceso de producción. Sin ellos el núcleo de actividades de casi todo negocio y fábrica pararía con serias consecuencias financieras.

La confiabilidad es producida por todos los niveles de empleados en todos los procesos tales como la Dirección, Capacitación, Ingeniería, Producción, Mantenimiento, etc. Este informe trata de tales procesos para salvaguardar la confiabilidad.

En el Presente informe planteo un Plan de Calidad , que por la naturaleza técnica especializada que involucra la fabricación de transformadores de potencia incluye un plan de Control de Calidad este plan considera un “Plan de Inspecciones en el Proceso y en un Plan de Pruebas Finales” y el objetivo es definir las inspecciones necesarias para lograr la calidad del producto y definir responsabilidades y a los responsables (función ingeniería , función producción, función calidad, grupos de mejora, etc.) que se encargaran juntos de realizar las inspecciones y pruebas.

## 1.1 ANTECEDENTES

La transformación de energía es generalmente dividida en dos partes; la primera es la transmisión de energía sobre grandes distancias a altos voltajes, lo cual es soportado por transformadores de potencia. La segunda parte es la distribución de la energía desde las subestaciones a los diferentes usuarios; esta es soportada por los transformadores de distribución en varias jerarquías.

Asea Brown Boveri S.A. tiene en el Perú una Fábrica de transformadores de distribución y de potencia y ofrece un rango completo de transformadores inmersos en aceite, fabricados cumpliendo con las normas IEC, ANSI, CENELEC y otras normas o requerimientos especiales de clientes. Para efectos del presente informe considérese como transformador de distribución aquellos cuya potencia llega hasta 5 MVA y cuya tensión llega hasta 36 kV. Un transformador de potencia es aquel cuya potencia este entre 5 y 63 MVA y cuya tensión llegue hasta 72.5 kV. (Estos rangos no son una norma y pueden variar de acuerdo al fabricante, el usuario, a la tecnología aplicada, enfoque económico, enfoque productivo, etc.)

Dependiendo si es un transformador de Distribución o de Potencia tienen diferentes procesos de fabricación.

Para un Transformador de Distribución los procesos de fabricación son:

- Recepción de materiales
- Tratamiento de aceite de transformadores
- Corte y recorte de fiero magnético

- Fabricación de estructuras metálicas
- Ensamble del núcleo
- Bobinado
- Montaje de bobinas y conexiones
- Prueba intermedia de relación de transformación
- Secado en horno de convección
- Encubado de parte activa (poner la parte activa dentro del tanque)
- Impregnación con aceite tratado
- Vacío en cámara
- Pruebas Finales
- Preparación para despacho y despacho.

Para un Transformador de Potencia los procesos de fabricación son:

- Recepción de materiales
- Tratamiento de aceite de transformadores
- Corte y recorte de fiero magnético
- Fabricación de estructuras metálicas
- Ensamble del núcleo
- Prueba intermedia de saturación de fiero magnético
- Bobinado
- Prueba intermedia de continuidad
- Secado y tratamiento de bobinas
- Prueba intermedia de campo de dispersión
- Montaje de bobinas y conexiones
- Prueba intermedia de relación de transformación
- Secado en horno bajo vacío

- Encubado de parte activa (poner la parte activa dentro del tanque)
- Vacío en tanque del transformador
- Impregnación bajo vacío con aceite tratado caliente
- Pruebas Finales
- Preparación para despacho y despacho

Todo programa de calidad comprende desde la cotización de la orden venta hasta la entrega del producto al cliente, es decir comienza en el cliente y termina en el cliente.

## **1.2 PLANTEANDO UN PROGRAMA DE CALIDAD**

Cuando se comienza con el planteamiento de un plan de calidad, es seguro encontrar escepticismo en varios sectores sobre los programas de calidad, que los hace aparecer como una moda pasajera, un volver a hacer algo que ya se hizo antes. Este escepticismo no es gratis, es el resultado de programas anteriores que se podría decir que fallaron.

También se encontrará con que muchos directores, jefes, supervisores, etc. no están preparados en el gerenciamiento de la calidad. Están preparados para producir cantidad pero no calidad y cuando se enfrentan a situaciones donde la calidad los hace perder mercado o ganancia, lo hacen con pánico.

Se darán cuenta que la calidad no suele ser la prioridad (sobre todo en el área productiva), la prioridad son los resultados económicos. En tal sentido, ni se incluye en los planes estratégicos – agrandando el plan de negocios para abarcar objetivos de calidad- ni se despliega en procesos que permitan

identificar las acciones necesarias para lograr tales objetivos, si llegan a plantearse los.

Las empresas no establecen medidas o indicadores ni se comparan con las mejores (benchmarking) como una forma de establecer metas ambiciosas de calidad. Cuando establecen dichos indicadores, estos son únicamente financieros y no propiamente de calidad (satisfacción del cliente, calidad de los competidores)

Las empresas tampoco suelen ligar la calidad a la evaluación del desempeño de sus ejecutivos ni se auto examinan al respecto.

Hay una actitud muy pasiva respecto a la incorporación de la calidad en la gestión general de la empresa.

Todo lo anterior pasa por no otorgar suficiente reconocimiento a la gente y a los equipos que logran desempeños destacados y superiores en calidad. Hay resistencia a la capacitación en calidad y al uso de equipos de mejoramiento así como a asociarse con proveedores.

Por ultimo muchos piensan que los programas de calidad son para las áreas productivas y se resisten a concebirlos como abarcadores de los procesos de negocio. Se les tiene que demostrar que muchas veces los problemas más serios de calidad radican en otros procesos: diseño de productos y su lanzamiento; facturación y atención de clientes; postventa, etc.

### **1.3 PRINCIPALES DIFICULTADES PARA EL ÉXITO**

Implementar un programa de calidad es chocar con paradigmas, y ese es nuestra principal dificultad al momento de ejecutarlo.

Las principales barreras u obstáculos a los programas de calidad los podemos encontrar en:

- a. La falta de compromiso de los gerentes. Estos no creen en sus beneficios o los manifiestan solo cognitivamente; sin embargo, no los aplican en la práctica cuando toman decisiones o actúan frente a los subordinados: predicán pero no practican. No involucran a la gente o no saben escuchar y alternativamente, en algunos casos pecan de exceso de democracia.
- b. Las jefaturas medias ven en estos programas amenazas a su poder o no están preparadas conceptual y técnicamente para secundar al ejecutivo máximo.
- c. La inexistencia de o debilidad de los indicadores y criterios de medición de éxito y avances en el monitoreo de los planes.
- d. La ausencia de ligazón con otros criterios y metas organizacionales relacionados con el plan de negocios de la empresa y su estrategia competitiva.
- e. La existencia de culturas refractarias a los postulados y a los criterios de implementación de los planes de calidad – burocratismo, autoritarismo – y orientadas al producto – interno – individualista.

Fundamentalmente es entonces, en primer lugar, dejar en claro el decisivo rol del ejecutivo principal y de los mandos medios, más allá de lo que puedan transmitir, técnicamente, los consultores y las mejores tecnologías; en segundo lugar, enfatizar el enfoque al cliente y el constante cuestionamiento sobre el impacto en el programa; tercero, es asimismo decisiva, la ligazón con las metas del negocio concentrándolas en pocas y claves, persistiendo en

ellas y exigiendo retornos financieros al programa y su pronto logro para no defraudar a “La audiencia”.

En cuarto lugar, aunque no menos crítico, es también fundamental permitir a los involucrados – una vez que hayan aprendido a analizar y resolver problemas – experimentar, aplicar las sugerencias y asimismo, mantenerlos informados y premiarlos por su aporte individual y colectivo a la calidad.



## CAPITULO II

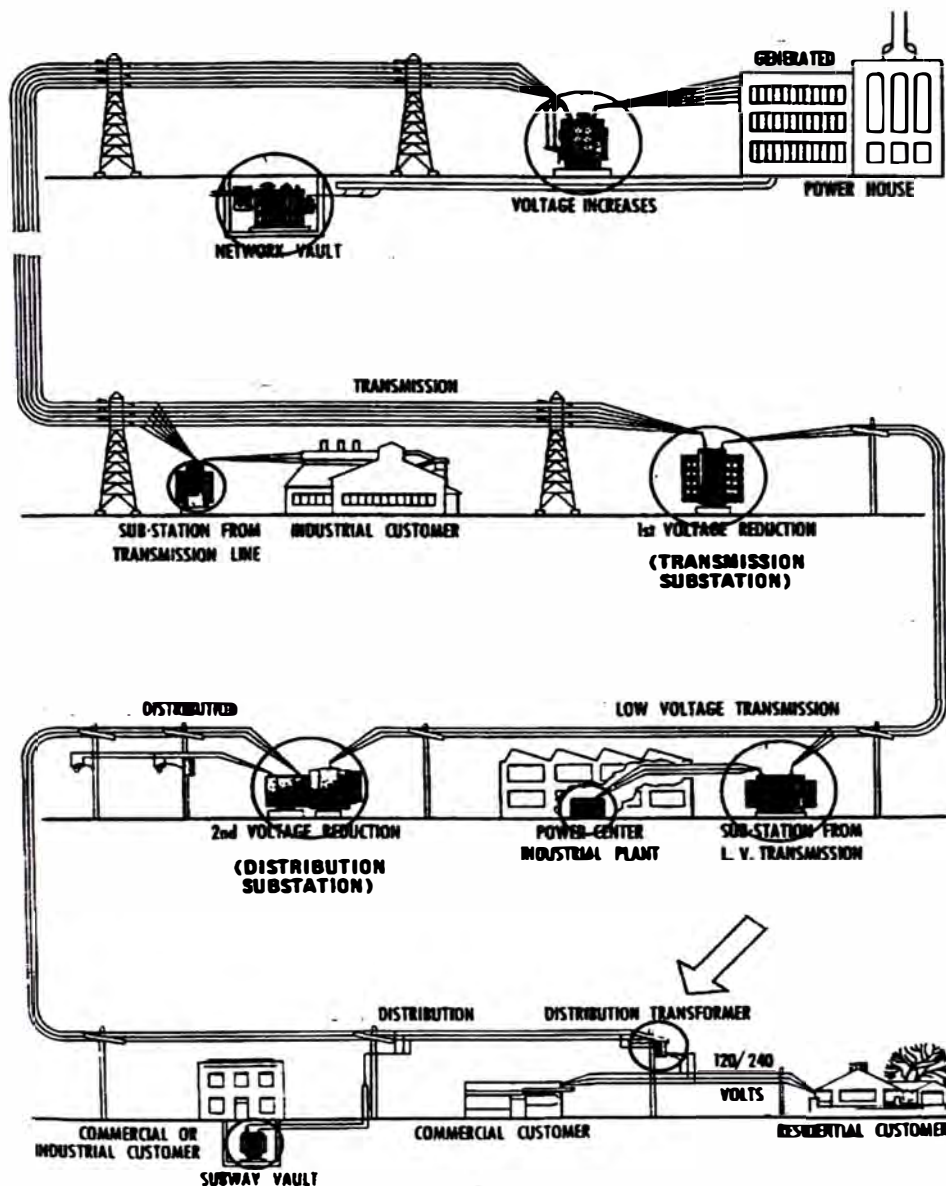
### CALIDAD DEL PRODUCTO – CONFIABILIDAD

#### 2.1 CONFIABILIDAD LA PRINCIPAL CARACTERÍSTICA DE CALIDAD REQUERIDA POR NUESTROS CLIENTES.

En casi todo lugar donde viven y trabajan personas , existe por lo menos un transformador, y mientras este se mantenga trabajando y suministrando energía a la escalera de tiendas por departamentos, a la sala de operaciones de un hospital, al elevador en el hotel, a la computadora en la oficina, al horno en la panadería, a las pantallas en la bolsa de valores o a la planta textil, nadie le presta atención, pues se **confía** en que este equipo seguirá funcionando sin daños, sin paradas y con seguridad.

ABB después de mas de 100 años de desarrollar y fabricar transformadores por todo el mundo, es conciente de esta dependencia, por eso su visión de calidad al fabricar un transformador, es que “cuando un transformador es instalado y probado en campo, el cliente tiene el derecho de esperar cero fallas en operación, si el sigue las instrucciones de mantenimiento”. (Por supuesto el cliente tiene que también operar el transformador con consideración a los límites de diseño especificados como por ejemplo, carga, esfuerzos dieléctricos y en cortocircuito, etc.).

La naturaleza crítica de los transformadores, dada su función en la cadena de provisión de energía y por ende en casi todo proceso productivo en un negocio o fabrica y dados sus costos de mantenimiento relativamente altos; hace que la confiabilidad sea especialmente considerada como el mas importante parámetro de calidad de un transformador.



**Figura N° 2.1** Sistema de generación, transmisión y distribución, donde se puede apreciar la naturaleza crítica de los transformadores.

## **2.2 ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA CONFIABILIDAD**

La confiabilidad es la calidad a largo plazo. Una definición más precisa es: La confiabilidad es la probabilidad de que un determinado producto realice aquellas funciones para las que fue creado de manera satisfactoria durante un lapso vital predeterminado y bajo ciertas condiciones ambientales previamente definidas.

La confiabilidad es la más importante de todas las dimensiones de calidad del transformador por ser un equipo crítico en la cadena de energía, por ser un equipo del que se espera un largo periodo de vida, por ser un equipo de alto costo de inversión y de mantenimiento.

Con base en la definición de confiabilidad vemos que hay cuatro factores relacionados con la confiabilidad: (1) un valor numérico, (2) una función específica, (3) un lapso vital y (4) condiciones ambientales.

El valor numérico es la probabilidad de que el producto no falle durante un determinado tiempo. Es una probabilidad porque como sabemos un transformador por ejemplo esta conformado por diversas unidades y la probabilidad de que el transformador no falle tiene que ver también con todos sus elementos. (Aquí entra a tallar la fiabilidad de los elementos)

El segundo factor esta relacionado con la función que desempeña el producto. Los transformadores se diseñan para una aplicación determinada y de ellos se espera que sean capaces de realizarla pero el cliente tiene que

tener consideración a los límites de diseño especificados como por ejemplo, carga, esfuerzos dieléctricos y en cortocircuito, etc.

El tercer factor que se menciona en la definición de confiabilidad se refiere a la vida del producto, es decir, cuanto tiempo se espera que dure éste. Pero ojo, el cliente también tiene una inherente expectativa de que el transformador se desempeñará con una buena seguridad funcional por muchos años después de pasado el periodo de garantía.

El último factor de la definición tiene que ver con las condiciones ambientales. No se puede esperar que un transformador diseñado para trabajar a nivel del mar funcione también a 3000 msnm. , Pues además de las evidentes condiciones dieléctricas ambientales diferentes, también en el diseño se han tenido en cuenta aspectos tales como su transporte.

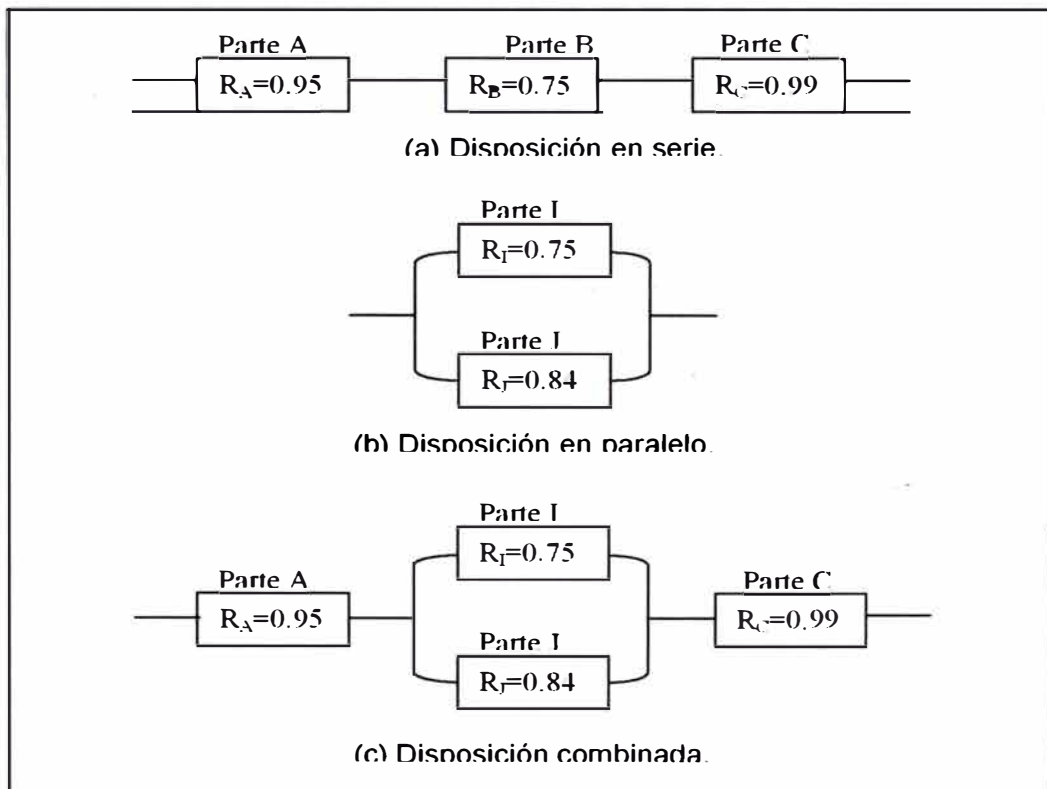
## **2.3 COMO LOGRAR LA CONFIABILIDAD**

### **2.3.1 Poner Enfasis**

En el clima económico actual, donde la competencia es un factor importante del mercado, es importante analizar los requerimientos de calidad de nuestros clientes. En el caso del sector eléctrico, específicamente en el caso de transformadores de distribución y de potencia, nuestros clientes requieren productos rentables y confiables que les garantizará a su vez a ellos competir con éxito en sus mercados. Esto significa concentrar nuestra atención en una gestión que asegure la confiabilidad en todos los niveles la empresa.

### 2.3.2 Confiabilidad del Sistema

Cuando más complejo es un transformador, cuenta con mas componentes y la posibilidad de que se produzca una falla también aumenta. Por eso es importante estudiar la manera como se disponen los componentes pues afecta la confiabilidad del todo el sistema. Esta disposición puede hacerse en serie, en paralelo o en combinación. **En la figura 2** se muestran diversas formas de disponer los componentes.



**Figura N° 2.2** *Maneras de disponer los componentes del transformador.*

Si los componentes están dispuestos en serie, la confiabilidad del sistema es el producto de cada uno de los componentes. En el caso de la disposición de la figura 2(a), procede emplear el teorema de la multiplicación, y la disponibilidad de la serie se calcula de la manera siguiente:

$$R_S = (R_A) (R_B) (R_C) = (0.95) (0.75) (0.99) = 0.71$$

Cuanto más componentes se añadan a la serie, menor será la confiabilidad del sistema. La confiabilidad del sistema es siempre menor que la del valor más bajo. En términos matemáticos se verifica la afirmación de que una cadena es tan fuerte como lo sea el más débil de sus eslabones. En términos de calidad se verifica que a mayor calidad de los componentes, mayor confiabilidad del producto final. (A veces por ahorrar y aplicando un concepto puramente económico, se pone en riesgo la confiabilidad).

En una disposición en paralelo aunque falle uno de los componentes, el producto puede seguir operando mediante el empleo de otro, y así hasta que todas las componentes en paralelo hayan fallado. En el caso de la figura 2(b), la confiabilidad en paralelo se calcula así:

$$R_P = 1 - (1 - R_I) (1 - R_J) = 1 - (1 - 0.75) (1 - 0.84) = 0.96$$

Al aumentar la cantidad de componentes en paralelo también aumenta la confiabilidad de una disposición. La confiabilidad de una disposición en paralelo es mayor que la confiabilidad de cada uno de los componentes.

Los productos más complicados están formados por combinaciones de componentes tanto en serie como en paralelo. Lo anterior se muestra en la figura 2(c), en donde la parte B fue sustituida por los componentes I y J. La confiabilidad de esta combinación,  $R_{I,J}$ , se calcula de la siguiente manera:

$$R_C = (R_A) (R_{I,J}) (R_C) = (0.95) (0.96) (0.99) = 0.90$$

### **2.3.3 Diseño**

Otro aspecto importante de la confiabilidad es el diseño. Deberá ser lo más sencillo posible. Como anteriormente se mencionó, cuantos más componentes contenga, mayor es la posibilidad de falla de un producto. Si en el sistema hay 50 componentes en serie, y la confiabilidad de cada uno de estos es de 0.95, la confiabilidad del sistema será:

$$R_s = R^n = 0.95^{50} = 0.08$$

Si bien el anterior no es un ejemplo real, si permite mostrar el hecho de que cuantos menos componentes haya, mayor será la confiabilidad (el problema es que un transformador tiene cientos de componentes).

Por lo anterior, una manera de asegurar la confiabilidad es mediante un respaldo o duplicación de componentes. En caso de falla del componente primario, se activa otro componente en paralelo. En muchos casos es más económico contar con duplicaciones de componentes baratos, que disponer exclusivamente de un componente costoso.

La aplicación de los márgenes de seguridad en el diseño también permite asegurar la confiabilidad. Por ejemplo, en un transformador se reemplaza una pantalla de protección de 1mm por otra de 2mm, no obstante que bastaría con usar la barrera de 1mm.

Factores ambientales tales como el polvo, la temperatura, la humedad y la vibración pueden ser causa de falla. El diseñador deberá proteger al transformador de todos estos factores. Para mejorar la confiabilidad del

transformador bajo adversas condiciones ambientales, se recurre por ejemplo al uso de radiadores, de motoventiladores, bases de hule para proteger contra la vibración de los motoventiladores, al uso de cajuelas de protección para proteger a los bornes de la polución, al uso de pararrayos contra descargas atmosféricas, etc.

#### **2.3.4 Producción**





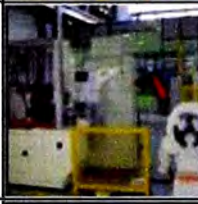





Otro aspecto importante de la confiabilidad es el proceso empleado en la producción. El uso de instrucciones de trabajo, un plan de control de calidad y un plan de pruebas (Que serán mostradas en capítulos posteriores) permite reducir a un mínimo

el riesgo de fallas en el producto. Es mejor si las instrucciones, listas de inspección y procedimientos tienen fotos que muestren paso a paso como es que debe efectuarse el trabajo.



### WORK INSTRUCTIONS: CORE WRAPPING (TRANCO)

#### OPERATING PROCEDURE

1.	Get the slitted CRGO coil (from the store) as per the design (ig: with regard to Grade and Width)		
2.	Align the CRGO with the machine, using the crane.		
3.	Load the DEREEELER.		
4.	Set the width on the WIDTH GUIDE		
5.	Select and mount the MANDREL as per the design.		

**Figura N° 2.3** Instrucciones claras con fotos, normas y tolerancias a aplicar

#### **2.3.5 Transporte.**

Otro aspecto que influye en la confiabilidad del transformador es el de transportación del producto al cliente. Independientemente de que tan bueno sea su diseño, o cuanto esmero se haya puesto en la producción, la evaluación final de un transformador depende de este cuando el cliente lo pone en servicio. La confiabilidad de un transformador en el momento de

usarlo se puede ver gravemente afectada por la manera como se le transporta. En ello son importantes la experiencia del personal involucrado y la correcta evaluación del embarque.

La figura 2.3, muestra un ejemplo de cómo todos los cuidados en el diseño y producción de transformador no sirven de nada si falla el transporte. Por esto muchos de los contratos de venta de transformadores de potencia incluyen el transporte y puesta en servicio del transformador. Así aseguramos la calidad y la experiencia.



**Figura N° 2.4 y Figura N° 2.5, Una mala maniobra en el transporte llevo a pique todos los cuidados anteriores en el proceso de fabricación del transformador.**

### **2.3.6 Mantenimiento.**

Si bien los diseñadores se esfuerzan por eliminar la necesidad de proporcionar mantenimiento en los transformadores, son muchas las situaciones en las que esto no es posible o no es práctico. En casos así, es necesario proporcionar al cliente los medios que lo pongan sobre aviso. La automatización ha avanzado bastante en este campo y ahora existen equipos de control remoto de temperatura, ppm de agua en aceite, rastros de gases disueltos en aceite, nivel de aceite, etc.

## **CAPITULO III**

### **GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA LA CONFIABILIDAD**

Antes de poder administrar eficientemente la calidad, esta debe definirse. Como sabemos son nueve las dimensiones que integran la calidad: el desempeño, las funciones, el cumplimiento, la confiabilidad, la durabilidad, el servicio, la respuesta, la estética y la reputación. Nosotros ya definimos en el capítulo 1 que la principal dimensión de calidad para los usuarios de transformadores es la confiabilidad. En este capítulo procederemos a traducir esto en los requisitos para el diseño y fabricación del transformador a fin de lograr la confiabilidad.

Como la gestión de la calidad se extiende cada vez más, aumentará también la aplicación de técnicas que aseguren la confiabilidad de los productos y servicios, y se convertirán en la norma en vez de la excepción. Esto significara que los clientes supondrán que será así y no pensarán más en eso. Esto podemos comprobarlo en el hecho de que muchos transformadores no traen repuestos para el usuario y, por tanto, los costos de reparación, en el caso de falla, consecuentemente se incrementan

La figura 3.1 muestra un ejemplo de lo que no es deseable: un transformador de potencia incendiándose después de una salida de servicio forzada con severas consecuencias para la sociedad



**Figura Nº 3.1** Muestra un acontecimiento indeseable: un transformador de potencia incendiándose después de una salida de servicio forzada, resultando en un apagón para millones de personas.

### **3.1 PERCIBIENDO LA CALIDAD DEL PRODUCTO**

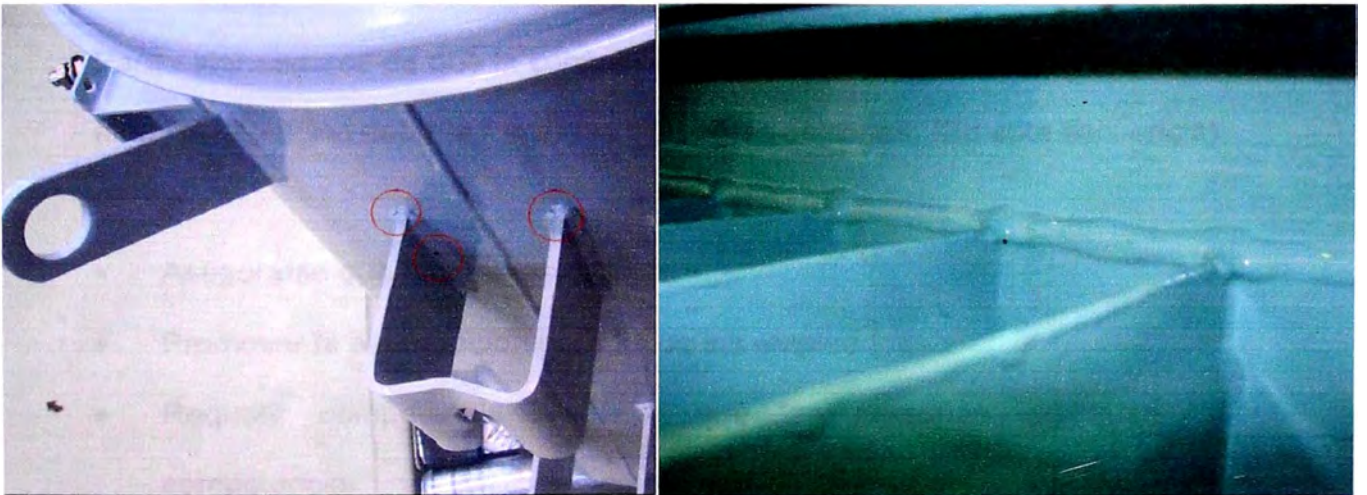
Frecuentemente los clientes dan la confiabilidad por sentada e inspección lo que ellos pueden ver: el exterior. Muchas fábricas de transformadores de distribución y de potencia se hacen de clientes decepcionados, frecuentemente por defectos en soldaduras, tuberías, cableados y dispositivos. Muy frecuentemente hay fugas de aceite. Fugas de aceite en transformadores, conmutadores y bornes no deben ser toleradas; ABB deberá ser capaz de fabricar productos herméticos y nosotros tenemos que presentar la visión “ABB, transformadores sin fugas aceite”. Fugas de aceite son un innecesario problema; ABB tiene competencia!.



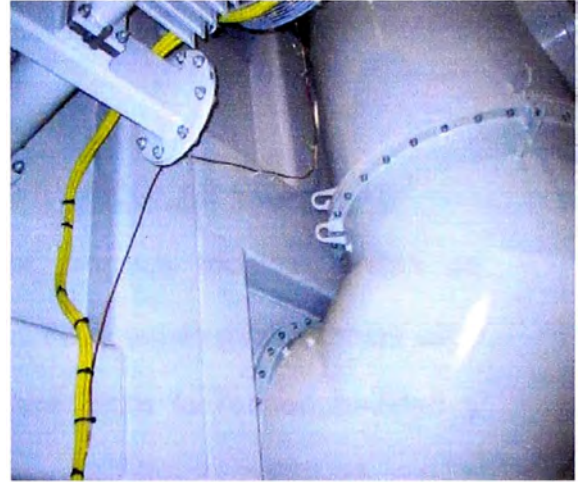
Nosotros también recibimos quejas acerca de los tableros de control, placas de características y placas de identificación, ítems que nosotros podemos considerar detalles pero que son esenciales para el cliente. Muchas señales y placas de componentes son difíciles de leer; algunas veces están mal fijados.

La suciedad es también un frecuente e innecesario problema que fastidia al cliente.

Es innecesario decir que: fallas durante las pruebas y entregas tarde tienen también un impacto negativo grande en el cliente (ello da al cliente una idea acerca de la pobre calidad). Igualmente un pobre embalaje tiene un impacto negativo en el cliente.



**Figuras N° 3.2 y Figura N° 3.3** Poros en soldaduras. La pintura no puede penetrar en tales poros, el agua de las lluvias podría ingresar causando marcas de suciedad y oxido resultando en una muy pobre imagen del transformador.



**Figura Nº 3.4** (Izquierda) muestra que los agujeros de la barra soldada al tanque para que soporte la placa de marca no coincidió con los agujeros de la placa. Sin embargo la placa fue fijada a pesar de. Esto muestra al cliente que allí hubo un error y que ABB repara errores en lugar de hacer las cosas bien desde el inicio.

**Figura Nº 3.5** (Derecha). Los cables de control debieron ser montados en ángulos de 90 grados. Esto da una impresión de falta de cuidado y esfuerzo y ese no es la idea de calidad que se desea construir.

Para estar seguros de que la confiabilidad y calidad que el cliente percibe son altas, la Dirección debería tomar las siguientes acciones: (En esta secuencia):

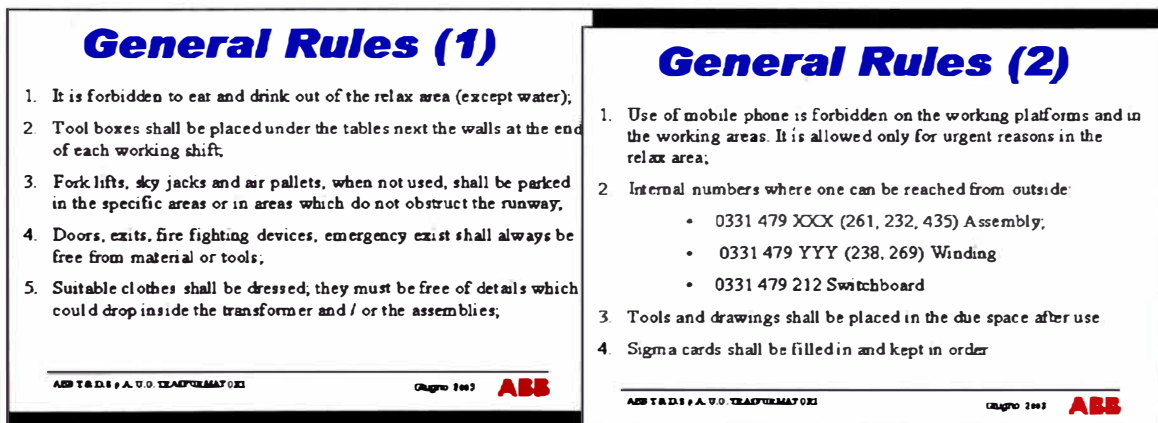
- Asegurarse que hay reglas escritas
- Promover la capacitación para todos los empleados
- Requerir competencia, y dejar que las personas verifiquen las competencias
- Crear motivación
- Hacer que sea sencillo para los empleados seguir las reglas.
- Reforzar la responsabilidad
- Asegurarse de que las reglas están siendo seguidas y estar preparado para tomar acciones disciplinarias.
- Asegurarse de que hay una adecuada inspección

- Administrar las no conformidades
- Dirigir la guerra contra las fallas

### 3.2 LA DIRECCIÓN DEBE ASEGURARSE QUE HAY REGLAS ESCRITAS.

Las reglas deben definirse en Instrucciones, normas técnicas, listas de inspección, procedimientos y otros documentos de acuerdo a las normas ISO. Las reglas que se den deben establecer claramente la responsabilidad y autoridad y al responsable del control por proceso.

Tales reglas deben decidirse y generarse con la contribución de los Trabajadores a través de medios de participación de los empleados, por ejemplo: Los círculos de calidad



**Figura N° 3.6 Buena practica – las reglas de la planta son expuestas en los talleres y cafeterías, ver también fotos en capítulo 9**

### 3.3 LA DIRECCIÓN DEBE BRINDAR CAPACITACIÓN PARA TODOS LOS EMPLEADOS.

Una vez que haya reglas, los empleados deberán ser educados de forma formal y planeada. Para cumplir con lo anterior es necesario una organización que puede llamarse por ejemplo “Escuela de Calidad” y debe

tener un responsable (que puede ser el jefe de control de calidad) un salón de clases y un programa presupuestado.

Sin embargo, las reglas nunca están completas. Por lo tanto, los empleados tienen que entender los antecedentes de las reglas así las decisiones diarias pueden ser hechas correctamente. La escuela de calidad es importante para enseñar las reglas y los antecedentes que dieron origen a tales reglas.

La empresa será exitosa con y a través de la gente. Se debe construir un horizonte en la organización mediante la capacitación de todo el personal, la comunicación intensa y el reconocimiento de logros.

El objetivo de las Escuelas de Calidad es construir y mantener la competencia y el conocimiento de todos los empleados.

La figura 3.7 muestra la conexión del anillo de protección de un bobinado de alta tensión de un transformador de potencia que está muy deficientemente doblado, esto probablemente conduciría a una falla durante las pruebas. La forma incorrecta de hacerlo es muy obvio que más que una señal de falta de conocimiento más bien es un error por falta de competencia profesional. El operario no sabía "porque". La Dirección debe asegurarse que los empleados estén motivados para poner toda su atención en el trabajo (motivación puede conducir a la atención). Los costos de parar y volver a hacer o incluso de una falla en pruebas pueden ser muy altos del tal modo que los esfuerzos de educación y motivación están justificados. Recordemos la figura 3.1 Figuras como la figura 3.7 deberán ser mostradas y discutidas en la Escuela de Calidad.



Más del 50% de todas las fallas en pruebas (de un transformador de potencia o de distribución) son causadas por un ingeniero o un operario que no siguió las instrucciones o planos de trabajo o fabricación. Muchas, muchas de las fallas en pruebas pudieron evitarse si las instrucciones o planos se hubieran seguido. Sin embargo sería un error creer que solo estos empleados son responsables por las fallas en pruebas. Es responsabilidad de la Dirección proveer la motivación y capacitación en competencias que conducirá al empleado a “hacer la cosas bien desde el inicio”. La Escuela de Calidad enseñará a los operarios, ingenieros y todos los otros empleados el como y el porque y también porque las instrucciones deben ser seguidas

Muchas de las fallas en pruebas son causadas por errores y falta de competencia profesional. Muchos de los errores son causados por falta de atención. La atención de las personas esta influenciada por su motivación. Por lo tanto la Dirección deberá mantener a todos los empleados motivados para hacer su trabajo correctamente (ver el sub-capitulo 3.4 y la figura 3.9)

Los ingenieros pueden y deberían ser motivados y capacitados visitando los talleres de fabricación regularmente. Asimismo debe existir un plan para la formación de los ingenieros jóvenes en planta.



**Figura Nº 3.7** Muestra la conexión de un anillo de protección de un bobinado de un transformador de potencia que esta muy deficientemente doblado lo que podría conducir a una falla en pruebas. Es obvio que la no conformidad es más que una señal de falta de conocimiento (responsabilidad de la dirección) más bien es un error de mano de obra

### **3.4 LA DIRECCIÓN DEBE REQUERIR COMPETENCIA, Y DEJAR QUE LAS PERSONAS VERIFIQUEN SUS COMPETENCIA**

Es obvio que en muchas operaciones de fabricación de transformadores la calidad no puede ser inspeccionada en un largo periodo de tiempo. Por eso, es necesario tener confianza en operarios calificados, quienes pueden hacer el trabajo sin ninguna necesidad de posteriores inspecciones, para esto cada operario de operaciones importantes debería ser certificado, lo cual significa que cada operario deberá pasar por un examen anual (teórico y practico) y recibir un certificado de calificación. El o ella tiene que ser re-certificado (nuevos exámenes teóricos y prácticos) antes que el certificado expire.

ABB tiene definido los requerimientos para bobinadores de transformadores de potencia (Instrucción 1ZBA 9114-5, calificación de bobinadores) y ensambladores de parte activa (Instrucción 1ZBA 9114-4, calificación de parte activa) y continuará definiendo requerimientos para otros operarios.

La regla que solo operarios certificados están permitidos en trabajos que lo requieren deberá ser seguida.



**Figura N° 3.8.** Operarios certificados son claramente identificados.

### **3.5 LA DIRECCIÓN DEBE CREAR MOTIVACIÓN**

La motivación de los empleados es básica para la eficiencia y calidad.

Es importante que el Gerente General y sus directores visiten toda la organización, se relacionen con los empleados y los animen a hacer un buen trabajo. (Hay plantas donde el Gerente General nunca visita las oficinas o talleres).

La figura 3.9 muestra la motivación creada a través del estímulo.



**Figura Nº 3.9.** *El estímulo es siempre la mejor manera de motivar a las personas. Esta figura muestra al Gerente General de ABB Chongqing-China, Thomas Lazarz, premiando al “empleado del mes”.*

### **3.6 LA DIRECCIÓN DEBE HACER FÁCIL PARA LOS EMPLEADOS SEGUIR LAS REGLAS.**

Para esto se deben tener las siguientes consideraciones.

- I ) Asegurarse que la reglas puedan ser entendidas
- II ) Asegurarse que las puestas al día de las reglas estén disponibles
- III ) Dar a los empleados una herramienta para auto inspeccionarse
- IV ) Presentar formalmente estas reglas en la Escuela de Calidad
- V ) Comprobar que estas reglas son entendidas mediante un examen de calificación.

Asimismo la Dirección debe proveer todos los medios necesarios para asegurarse de que estas reglas estén disponibles, sean entendibles, aceptadas y seguidas. La figura 15 muestra un ejemplo claro de cómo las

reglas pueden estar fácilmente disponibles. La Escuela de Calidad es un medio para lograr que las reglas sean entendidas y aceptadas.

Igualmente, debe haber un proceso para asegurarse que los planos sean los de la última versión. El más moderno sistema para presentar la última versión de algún plano se utilizan grandes pantallas planas conectadas en red con el área de Ingeniería. La figura N° 3.11 y la figura N° 3.12 muestran ejemplos y la figura N° 3.13 muestra como se hacen disponibles las instrucciones de trabajo en planta.

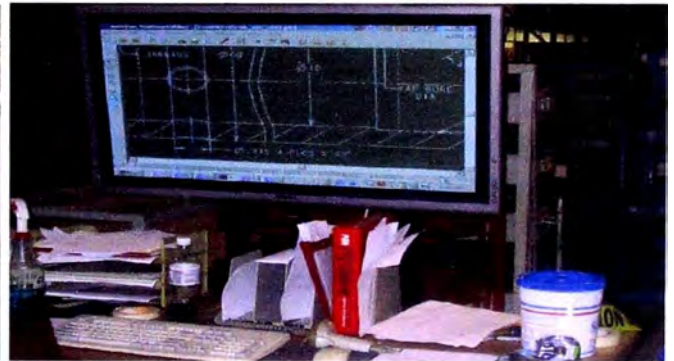
Las listas de inspección constituyen una eficiente herramienta para elevar la calidad. Deberá haber listas de inspección de modo que los operarios “Recordar” los requisitos de calidad y normas a aplicar. Debe haber también por supuesto listas de inspección para los empleados, por ejemplo para el diseño de ingeniería. Es importante que la Dirección explique el propósito de las listas de inspección; que son para asegurar la calidad y reducir los costos. La figura N° 3.11 muestra una de muchas listas de inspección usadas en los muchos procesos de fabricación.

Las listas de inspección son un “documento vivo”. Tiene que cubrir los problemas y fallas ocurridos en el pasado, registrar los parámetros de calidad, identificar las oportunidades de mejora y debe permitir hacer una trazabilidad del producto a fin de poder hacer un análisis de causa efecto.





**Figura N° 3.10.** Debe haber reglas y estas deberán estar claramente explicadas  
(Esta figura muestra una buena práctica de ABB Canadá)



**Figuras N° 3.11 y Figura N° 3.12.** Grandes pantallas planas son proveídas de las últimas versiones de planos en línea (fotos de ABB Álamo, USA.).



Item	Check number	Check description	Pass	Fail	Remarks
1	1	The drawing shall be checked and approved by the responsible person before the start of the work.			
2	2	The drawing shall be checked and approved by the responsible person before the start of the work.			
3	3	The drawing shall be checked and approved by the responsible person before the start of the work.			
4	4	The drawing shall be checked and approved by the responsible person before the start of the work.			
5	5	The drawing shall be checked and approved by the responsible person before the start of the work.			
6	6	The drawing shall be checked and approved by the responsible person before the start of the work.			
7	7	The drawing shall be checked and approved by the responsible person before the start of the work.			
8	8	The drawing shall be checked and approved by the responsible person before the start of the work.			
9	9	The drawing shall be checked and approved by the responsible person before the start of the work.			
10	10	The drawing shall be checked and approved by the responsible person before the start of the work.			
11	11	The drawing shall be checked and approved by the responsible person before the start of the work.			
12	12	The drawing shall be checked and approved by the responsible person before the start of the work.			
13	13	The drawing shall be checked and approved by the responsible person before the start of the work.			

**Figura N° 3.13 (izquierda).** Haciendo las instrucciones disponibles – instrucciones enmicadas en un stand cerca a la estación de trabajo (foto de ABB Álamo, US).

**Figura N° 3.14 (derecha).** Las listas de inspección deben permitir registrar los parámetros de calidad, identificar oportunidades de mejora y hacer análisis de causa efecto.

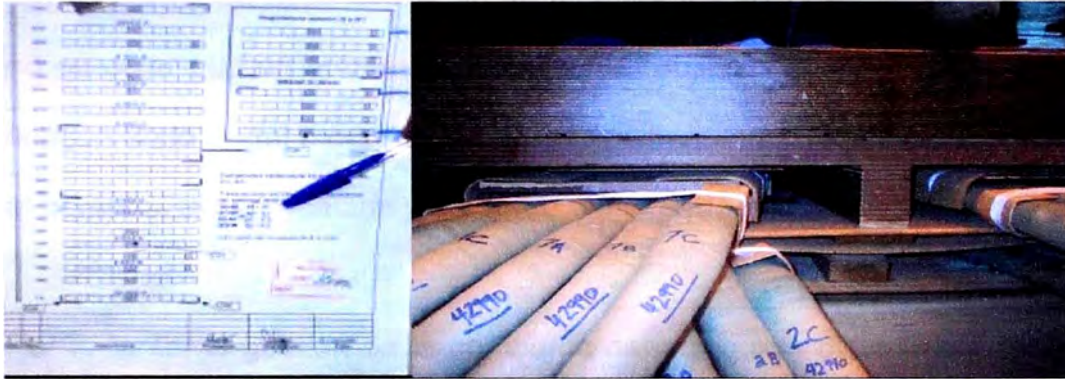
### **3.7 LA DIRECCIÓN DEBE REFORZAR LA RESPONSABILIDAD.**

Una vez que haya reglas escritas y que los empleados hayan sido apropiadamente capacitados, los empleados deberán hacerse responsables de su trabajo. La Dirección tiene que decirles a todos los empleados que ellos son responsables por su trabajo. En caso de incumplimiento, la Dirección no deberá dejar que el empleado crea que “Esto será pasado por alto”. Responsabilidad significa que la Dirección puede confiar que los empleados seguirán las reglas.

Aunque la empresa fomente el trabajo en equipo, la actitud responsable y empleados motivados; se requiere que se cumpla las reglas escritas. Tal cumplimiento es importante para la calidad consistente. (Se consideran reglas escritas: procedimientos de trabajo, planos, listas de inspección, especificaciones, directivas e instrucciones y archivos electrónicos de estos. Asimismo, también lo documentos de origen externo tales como especificaciones del cliente también son incluidas)

La responsabilidad requiere trazabilidad; debemos ser capaces de trazar el nombre de la persona responsable de una determinada operación (Ver figura N° 3.15 y figura N° 3.16 y más ejemplos en el Capítulo 9).

Mediante la trazabilidad del producto un error en un punto de falla puede ser seguido hasta su origen y así poder tener una mejor oportunidad de prevenir futuras ocurrencias.



**Figura Nº 3.15** (Izquierda). *Mala práctica: Un plano ha sido modificado pero no ha sido firmado por la persona responsable y no está fechado.*

**Figura Nº 3.16** (Derecha). *Buena práctica. En muchas plantas los operarios ponen sus nombres o sus códigos en sus trabajos terminados (en la foto se ve la identificación de la operación, con marcadores aprobados en las salidas de AT de una bobina)*

Resumiendo: Todos los empleados deben entender porque los planos, listas de inspección, instrucciones, listas de materiales, normas técnicas, etc. deben tener una trazabilidad. Luego ellos deben seguir las reglas.

### **3.8 LA DIRECCIÓN DEBE ASEGURARSE QUE LAS REGLAS ESTÁN SIENDO SEGUIDAS Y ESTAR PREPARADO PARA TOMAR ACCIONES DISCIPLINARIAS.**

Responsabilidad significa que la Dirección puede confiar en que los empleados seguirán las reglas pero también que la Dirección tomará acciones contra los empleados que repetidamente cometen errores o rompan las reglas y regulaciones. Esto es importante para la calidad consistente. Para pequeñas responsabilidades, tales como mediciones puede haber una discusión persona-a-persona entre la persona que cometió el error y su inmediato supervisor



Sin embargo, se debe enfatizar que el objetivo de las acciones disciplinarias no es dejar que un empleado se vaya. El objetivo es modificar la conducta, conservando de tal modo al personal experimentado. No se trata de despedir al personal experimentado y contratar a inexpertos.

Por lo tanto, la gestión de la compañía debe requerir disciplina y debe estar preparada para tomar acciones disciplinarias. Dichas acciones disciplinarias y la gestión consecuente deben ser procesos formales y deben regirse según las leyes del país.

### **3.9 LA DIRECCIÓN DEBE ASEGURARSE QUE HAY UNA ADECUADA INSPECCIÓN.**

La auto inspección no es suficiente. Cuando errores y fallas ocurren, una inspección preventiva por un inspector de calidad o de un comité de inspección es necesaria. El costo de esto tiene que ser ponderado contra el costo de las fallas en pruebas y consecuentemente las entregas tarde y/o las fallas en campo y consecuentemente la mala imagen. Por lo tanto, las operaciones críticas deberán ser inspeccionadas por una persona o un comité independiente. En el capítulo 8 se presenta un plan de inspecciones y pruebas para la fabricación de transformadores.

Por supuesto la inspección por un inspector o comité no reemplaza la auto-inspección; los operarios deben entender que inicialmente ellos deben inspeccionar y re-inspeccionar hasta conseguir un trabajo correcto.

### **3.10 LA DIRECCIÓN DEBE ASEGURARSE QUE HAYA UNA ADMINISTRACIÓN DE LAS NO - CONFORMIDADES**

La retroalimentación de los procesos es crucial: cada no-conformidad deberá ser registrada en un sistema automatizado de y también deberá contarse por supuesto con un procedimiento escrito para su administración. El sistema de Reportes de No-Conformidades (RNC) debe ser considerada una herramienta administrativa para lograr la mejora continua y prevenir errores y defectos. Los RNC deben estar en la agenda de las reuniones de producción y de la dirección para un seguimiento de las acciones correctivas.

Cuando se encuentre un problema significativo en planta, este problema necesita ser formalmente presentado a las personas involucradas en la Escuela de Calidad, en donde los hechos, causas y soluciones deberán ser revisados. Esto deberá ser hecho inmediatamente después que concluyan las investigaciones.

Asimismo, la Dirección deberá revisar las quejas de los clientes e iniciar las acciones necesarias para su solución. Deberá contarse también por supuesto con un sistema automatizado de Reporte de Reclamo de Clientes (RRC) y un procedimiento escrito para su administración. Esto requiere el involucramiento directo de las Gerencias involucradas y no puede ser delegada.

### **3.11 LA DIRECCIÓN DEBE DIRIGIR LA GUERRA CONTRA LAS FALLAS**

La guerra contra las fallas requiere una buena base estadística, esta se recopila a través del sistema de Reporte de No Conformidades, del sistema de Reporte de Reclamos de Clientes, del sistema de Reporte de Fallas en

Pruebas, del sistema de Reporte de No Conformidades en la Recepción de Materiales, Resultados de Auditorias Internas y a través de las listas de inspección; de tal manera que el apropiado análisis de las causas raíz pueda ser hecha.

Todos los talleres de fabricación de transformadores deberán seguir las siguientes reglas.

- No hacer inspecciones de la parte activa hasta que el transformador esta completo.
- Hacer una completa inspección de la parte activa.
- Durante la inspección de la parte activa comprobar que el conmutador bajo carga a través de todas sus posiciones asegurandose del correcto a través de todas sus posiciones asegurandose del correcto contacto a traves de todos los ragos de todas las faces involucradas.
- En adición a la inspección de la parte activa, hacer una inspección formal cuando el conmutador sea conectado una vez que haya sido encubado.
- Todas las fallas, menores y mayores, deberan ser investigadas para encontrar la causa raiz y comunicara a toda las personas responsables del proceso involucrado.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS A TRAVÉS DE LA GENTE**

En este nivel deben establecerse las políticas y estrategias particulares y definidas para la empresa, adecuadas a sus particularidades tales como su cultura, actitudes personales, organización vigente (Tanto formal como informal), etc. En otras palabras, se debe definir las habilidades necesarias que las personas deben tener para alcanzar la excelencia y trabajar para lograrlo.

Lograr una sensibilización hacia la calidad en todos los componentes de la empresa es una tarea difícil, pero no imposible. Existen herramientas para lograrlo, tales como.

• Selección e Inducción

• Formación

- Creación de un ambiente propicio
- Información
- Participación
- Reconocimiento
- Motivación
- Liderazgo

#### **4.1 SELECCIÓN E INDUCCIÓN**

El proceso de conversión de personas comunes y corrientes a trabajadores excelentes se facilita si en las nuevas contrataciones se logra incorporar a personas que muestren aptitudes y actitudes compatibles con el cambio que se propugna.

Para esto el proceso de selección no solo debe limitarse a identificar habilidades específicas y evaluar conocimientos técnicos y experiencia que se exigen para un determinado puesto, sino a encontrar personas con:

- Capacidad creativa y de liderazgo,
- Polivalencia para desempeñar mas de una función,
- Habilidad para trabajar en equipo,
- Habilidad para comunicarse e interrelacionarse y
- Capacidad para mejorar y reconocer errores etc.

Esta forma de proceder distinta a la tradicional, implica diseñar un perfil más exigente pero más interesante ya que deberá contemplar aspectos relacionados con los valores de la empresa, orientados hacia la Calidad Total. Que en el pasado no se han considerado, salvo excepciones.

En el contexto de un Plan de Calidad se recomienda que la selección de personal nuevo se haga preferentemente para los cargos de nivel operativo, y que los cargos de mayor responsabilidad se cubran con promociones y ascensos del personal de la propia empresa. Es importante que en las

entrevistas participen los directivos y formulen preguntas que permitan apreciar el grado de identificación con las actitudes que se desean.

Concluida la **selección** viene el proceso de **inducción** que consiste en hacer conocer al nuevo personal los principales aspectos de la cultura de la organización, como son: la visión, la misión, valores y las políticas de calidad. Esto de ser posible debe ser explicado por el máximo directivo como suelen hacerlo las organizaciones que vienen implantando procesos de Calidad Total.

En esta etapa las personas seleccionadas deberán recibir toda la información general relacionada con la empresa, sobre el proceso de calidad, sus derechos y deberes, las funciones y responsabilidades específicas de su cargo, la rotación de cargos prevista etc. Deben ser presentados ante quienes serán sus compañeros de trabajo, a fin de que conozca a sus clientes y proveedores internos.

Es necesario invertir el tiempo necesario en este proceso de Inducción para que el trabajador nuevo logre involucrarse y adquiera el compromiso inicial y se obtenga de él una actitud favorable hacia la Calidad.

Para una buena labor de Inducción la empresa deberá organizar y preparar con la debida anticipación toda la documentación que es requerida para este fin, incluyendo medios audiovisuales, presentaciones, talleres, etc.

La empresa debe mejorar continuamente el proceso de Selección e Inducción evaluando su rendimiento con indicadores.

## **4.2 FORMACIÓN**

Hablamos de formación en un sentido bien amplio, considerando al hombre no solo como las manos que trabajan sino también con cabeza y corazón. Desde este punto de vista la formación no debe limitarse a aspectos meramente técnicos. Debe considerar también una faceta humanística; es decir debe ser una formación integral que podría impartirse a través de boletines, fomentando actividades culturales, en el puesto de trabajo o en las aulas.

Es necesario que la empresa estructure adecuadamente su Plan de Capacitación en Calidad, destinado a todos los niveles de la organización, cuyos objetivos deben guardar correspondencia con los objetivos estratégicos de la organización. La elaboración de este Plan debe estar a cargo de la Escuela de Calidad, órgano encargado de promover y apoyar la implantación del Plan de Calidad, debiendo tener la aprobación del Comité o Consejo de Calidad, que ejerce el liderazgo a nivel de toda la organización.

Los objetivos de la capacitación deben:

- Explicar que es y en que consiste la ideología de calidad que la empresa esta tomando
- Promover la adopción de valores de la cultura de calidad;
- Desarrollar habilidades de liderazgo y
- Desarrollar Habilidades para el aseguramiento y mejoramiento continuo de la calidad (competencias profesionales)
- Certificar operarios

Las primeras acciones de capacitación deben orientarse a los altos directivos, debiendo cubrir temas como la filosofía de la calidad, con énfasis en el aspecto estratégico, los temas de liderazgo, técnicas de trabajo en equipo, técnicas para la solución estructurada de problemas y posteriormente otras técnicas más avanzadas.

Todos deben ser capacitados en la filosofía, metodologías y técnicas de la Calidad, pero en los niveles medios y operativos el énfasis en el nivel estratégico debe ser menor; mas bien debe prestarse más atención a las Técnicas para el Mejoramiento. Es importante que los directivos participen en el Programa de Capacitación a los niveles medios y operativos.

La capacitación debe buscar no sólo la adquisición de nuevos conocimientos sino el cambio de actitudes y de comportamiento. Debe tenerse en cuenta que ello no se logra sólo con unas cuantas conferencias, se requiere de una acción permanente en la que se refuerce el aprendizaje con la práctica vinculada a su propio trabajo.

Para que la capacitación sea efectiva debe ser teórico- práctica, emplear ejemplos de la propia organización o similares, ser dosificada, capacitar en aquello que va a ser utilizado y aplicar lo aprendido en el trabajo diario.

El programa de formación debe tener un plan para construir competencias a través de la educación continua de nuestros empleados relativa al trabajo de cada operario. El "porque" ha demostrado ser muy importante para la motivación y atención de los empleados. (Cuando a una persona se le explica



los “porque”, el conocimiento llega a ser un asunto de integridad (honestidad) personal pues el ya conoce la experiencia. Luego, muy difícilmente las tareas se ejecutarán con falta de atención.)

#### **4.2.1 La Escuela de Calidad.**

En concordancia con nuestra predica de que “La competencia y el conocimiento de nuestra gente es nuestra más grande ventaja”, nuestros empleados deben tener un entrenamiento y educación continua. Cada planta de ABB debe tener una Escuela de Calidad con un programa de capacitación y un área de capacitación exclusiva.

**El programa de educación:** debe ser un plan para construir competencias a través de la capacitación continua de todos los empleados con un enfoque en explicar los “como” (Basados en procedimientos escritos de trabajo, planos, especificaciones, normas, directivas e instrucciones.) y también los “porque” de los procedimientos, reglas y operaciones relativa a cada trabajo o proceso. Esta demostrado que la explicación de los porque es importante para la motivación y atención de los empleados.

- Los operarios deben ser entrenados y capacitados en las instrucciones y procedimientos de trabajo, en la lectura de planos. La escuela también debe enseñar la importancia de la producción limpia
- Los operarios deben ser entrenados y capacitados en inspecciones de calidad, en mediciones que ellos deben realizar, en el llenado de listas de inspección, en mejora continua.

- La Escuela de Calidad para capataces, supervisores e inspectores deberá en adición a lo que se da a los operarios enseñar liderazgo.
- Los empleados de oficina también deben ser capacitados en conceptos de calidad y construcción de competencias aplicadas a su trabajo específico, y de la empresa en el largo plazo.
- Debe educarse a los empleados y operarios en el uso y lectura de las herramientas de calidad.
- El programa de capacitación debe incluir también cursos acerca del producto, clientes, estrategias de negocio y competidores.
- El programa debe ser revisado anualmente de modo que las competencias se incrementen. Sin embargo un mantenimiento de los conocimientos a través de la repetición de algunos cursos debe ser considerado en la actualización del programa.

**El área de capacitación exclusiva:** debe estar bien equipada, limpia, y ser representativa con el objetivo de:

- Mostrar a todos los empleados, clientes y proveedores que se están tomando medidas para mejorar nuestra calidad.
- Causar un gran impacto (la gente debe recordar las clases por el ambiente).
- Debe ser un área donde una vez iniciada las clases nadie puede ser interrumpido.

**Objetivos:**

- Mejorar las competencias
- Mejorar la confiabilidad de los productos

- Reducir defectos y fallas en pruebas y por tanto costos.
- Motivar a todos los empleados a hacer un mejor trabajo.
- Mínimo 32 años por año por empleado.



**Figura Nº 4.1.** *Para la educación y entrenamiento en disposiciones técnicas, planos y otras informaciones disponibles en el servidor central, la Escuela de Calidad debe tener computadoras*

### **4.3 CREACIÓN DE UN AMBIENTE PROPICIO.**

A través de un buen Plan de Capacitación y Entrenamiento del personal podemos lograr que este adquiera los conocimientos y habilidades. Sin embargo esto no es suficiente para lograr su involucramiento. Para que las personas lo adopten, es preciso crear las condiciones que eviten la desmotivación y faciliten la realización del trabajo.

Por lo tanto, es necesario por un lado mejorar físicamente el ambiente de trabajo, aplicando técnicas como por ejemplo las 5 ESES (5S); y por otro lado eliminar todos los demás factores que causan desmotivación como los que refiere Frederick Herzberg en su teoría 'Higiene y Motivación' y que se refieren a:

- Políticas, normas y procedimientos inadecuados.

- Trato inadecuado de los jefes hacia sus colaboradores y entre compañeros.
- Salarios con falta de equidad.
- Inestabilidad laboral.
- Políticas de control inadecuadas.
- Temor y búsqueda de culpables.
- Sobrecarga de trabajo.
- Inapropiada evaluación del desempeño.
- Procesos deficientes y engorrosos.
- Rivalidades y Favoritismos, etc.

La eliminación de estos factores si bien, como dice Herzberg no motivan; sin embargo su presencia produce insatisfacción y desmotivación.

#### **4.4 INFORMACIÓN**

El dominio de la información es una de las claves del éxito de las empresas. Conocer el entorno en el que nos movemos, las actuaciones de la competencia, las nuevas tecnologías y los nuevos materiales, la tendencia de los precios, las oportunidades de nuevos mercados emergentes, etc. Son algunas de las materias cuyo conocimiento es obligado para triunfar. Como se dice solamente las empresas en situación de monopolio pueden permitirse el lujo de actuar mirándose el ombligo.

En el primer nivel de nuestro plan, debemos asegurarnos de que la información de retorno debe ser tanto más rápida y menos elaborada estadísticamente, cuanto más bajo sea el nivel jerárquico del que la reciba.

Esto significa que el empleado de base debe recibir la información sobre la calidad de su trabajo en tiempo real y sin ninguna elaboración estadística.

En el otro extremo, la dirección debe recibir solamente valores significativos de la salud de la calidad de lo producido, cuanto menos datos mejor. (Entendiendo que lo producido no es solamente lo que se vende, sino es todo lo que los empleados y obreros hacen, aun cuando no se venda al exterior). Por supuesto que deben ser valores que reflejen claramente y sin tapujos la realidad.

De cualquier forma que se haga, el personal debe estar muy informado de todos los temas que afecten a su trabajo y ala marcha de la empresa.

#### **4.5 PARTICIPACIÓN**

La participación y compromiso de todos los componentes de la empresa es una condición principal para conseguir el éxito del plan.

En la guerra de la calidad no se puede dar uno el lujo de desperdiciar el conocimiento, la experiencia y la creatividad de todo el personal. Para esto se deben utilizar sistemas participativos tales como círculos de calidad, sistemas de sugerencias, el empowerment, etc.

#### **4.6 RECONOCIMIENTO**

El hombre cuando tiene cubiertas sus necesidades fisiológicas, va elevando sus puntos de mira. Ya no es el dinero lo único que le importa. Según sube en

la pirámide de Maslow se elevan sus pretensiones: pasa de ser el dinero su única motivación a serlo su propia realización.

La empresa no puede pasar de largo ante esta necesidad de realización que el hombre tiene. Debe hacer algo, y a este algo contribuye en gran manera el reconocimiento público que se le haga por su trabajo. Este reconocimiento no debe ser, necesariamente de dinero; es mas eficaz una capacitación afuera por ejemplo, o una entrevista en el boletín de la empresa, un fin de semana pagado para él o ella y su familia o cualquier otra forma de gratificación en especie.

#### **4.7 MOTIVACIÓN**

Para lograr un real compromiso y desarrollo junto con la organización el personal debe sentirse suficientemente motivado para que además que sepa y pueda; "quiera" hacerlo. Solo así se logrará el verdadero desarrollo de personal.

A continuación se proponen algunas acciones para generar esta motivación y compromiso:

- **Aprecio:** Significa hacer importantes a las personas, ofrecerles apoyo, desplazarse a sus puestos de trabajo para saludarlos y apreciar su trabajo, tratarlo por su nombre, animarlos en los momentos difíciles, darles las gracias por sus esfuerzos.
- **Sentido de Pertenencia:** Haciéndolos trabajar en equipo, los hará sentir motivados y comprometidos.

- Participación: Para canalizar sugerencias y mejorando su propio trabajo, así como para la solución problemas.
- Delegación y Autonomía: Esta es una de las formas mas eficaces para lograr un alto grado de motivación y compromiso. Significa otorgar a los trabajadores para mejorar procesos.
- Reconocimiento: Se basa en el principio de que debe existir una diferencia entre quien se esfuerza en hacer bien las cosas y quien no obra así. De esta manera se valora la actitud de mejoramiento del trabajador y se refuerza su comportamiento en favor de la calidad.

La competencia y el conocimiento de nuestros empleados son nuestra más gran ventaja. El éxito de ABB depende de la competencia. Es erróneo pensar que nuestras instrucciones de trabajo cubren cada tema o detalle del diseño o fabricación del transformador. Cada fábrica debe tener competencias, lo cual significa que esta debe tener empleados competentes.

Cuando reclutemos empleados, nosotros necesitamos estar seguros que ellos manifiestan un "talento para la electricidad" tan bien como una disposición positiva para el trabajo.

La educación continua es fundamental. La competencia es – por supuesto- necesaria en la rutina diaria del trabajo, pero mucho más importante cuando las cosas no van bien, en discusiones con proveedores, clientes y sus consultores. La competencia reduce el riesgo de errores. Hay muchos ejemplos para una fábrica de transformadores que muestran falta de competencia, aquí algunos ejemplos del proceso de compresión de bobinas.

**Ejemplo 1:** No es suficiente que el manómetro del prensador de bobinado este calibrado y tenga su etiqueta de calibración (indicando que el manómetro muestra la presión correcta); el sistema entero debería ser calibrado así el instrumento mostraría la presión en el prensador. Muchas fábricas solo calibran el manómetro y no tiene un conocimiento acerca de la real presión aplicada en este proceso. En contraste y como un ejemplo de la innovación de los empleados, el prensador de bobinado es calibrado con la ayuda de gatos hidráulicos (estos gatos hidráulicos son normalmente usados para el prensado de la parte activa)

**Ejemplo 2:** La tolerancia para la altura de las bobinas después del prensado es  $0/+2$  mm, así que el bloque de bobinas cuando la presión cesa debe tener la altura idéntica para todas las bobinas. Este no es el caso en muchas fábricas. La figura 23 muestra un bloque de bobinas con diferentes alturas después del prensado.

**Ejemplo 3:** En una planta, el plato superior del prensador de bobinas no estaba paralelo con el plato inferior en una planta. Esto era un hecho conocido pero nada se hizo para corregir esto. Probablemente porque los ingenieros de diseño no entendían porque la altura correcta es importante para la capacitancia en cortocircuito.





**Figura N° 4.2.** *Este es un bobinado que no esta bajo presión aun, se ha puesto una barra de acero recta (marcado con un asterisco rojo \*) a lo largo de los tres bloques y se midió 5 mm de diferencia en la altura de bobinas.*

#### **4.8 MIDIENDO EL RESULTADO DE LAS PERSONAS.**

Al medir el rendimiento de las personas es muy importante buscar métodos que sean lo mas posible transparentes. , muy justos y que eviten la distorsión. A continuación presento uno que sirve muy bien a estos tres propósitos.

##### **4.8.1 Puntuación Tipificada**

Algunas veces cuando valoramos a las personas encontramos que hay jefes más exigentes que otros así como hay profesores (Sobretudo en la UNI) que también lo son. Recuerdo que había un profesor que decía que solo Dios merecía 20, 19 y que nosotros no podíamos aspirar sino hasta un 18. He conocido otros que empezaban la escala del alumno bastante mas abajo. Cuando varios jefes evalúan a distintas personas en aspectos semejantes se produce un sesgo natural, el de la diferencia de percepciones al manejar una escala de valoración. (Que a veces es bastante subjetiva)

Esto hace indispensable el uso de la puntuación tipificada. Esta herramienta puede ser complementada por una asociación de escalas de valoración que presentaré luego.

La puntuación tipificada se basa en el uso de la curva normal y permite transformar valores que pertenecen a una media y una desviación estándar a valores con media 50 y desviación estándar 10. Si usted recibe los resultados de dos jefes que evalúan a su personal con respecto a rendimiento y mientras uno da un promedio de 80% el otro da 60%, se puede arribar a dos posibles conclusiones: El primer grupo es marcadamente mejor que el segundo, ó los jefes tienen diferentes escalas de valoración. Si se aplica la puntuación tipificada a ambos grupos es posible obtener valores no sesgados.

Veamos un caso simple. En dos departamentos los jefes valoran de la siguiente manera la colaboración del personal:

<b>JEFE 1</b>	<b>PUNTAJE</b>	<b>JEFE 2</b>	<b>PUNTAJE</b>
Empleado A	89	Empleado P	65
Empleado B	86	Empleado Q	68
Empleado C	80	Empleado R	64
Empleado D	77	Empleado S	69
Empleado E	82	Empleado T	66
Empleado F	85	Empleado U	63
		Empleado V	68

Note las diferencias. Pareciera que todos los empleados del Jefe1 son mejores que los del jefe 2. Obtengamos la media de cada grupo y su desviación estándar y luego la puntuación tipificada de cada grupo.

La formula de cálculo de la puntuación tipificada  $T_i$  para un  $X_i$  dado es:

$$T_i = 50 + 10 \times (X_i - X_m)/s$$

Observe los resultados obtenidos al aplicar la formula en el siguiente cuadro.

Note que la formula ha sido aplicada por grupo para eliminar el sesgo de cada evaluador.

JEFE 1			JEFE 2		
	PUNT.	TIIFIC		PUNT.	TIIFIC
Empleado A	89	64.67	Empleado P	65	44.56
Empleado B	86	57.13	Empleado Q	68	58.85
Empleado C	80	42.03	Empleado R	64	39.79
Empleado D	77	34.49	Empleado S	69	63.61
Empleado E	82	47.07	Empleado T	66	49.32
Empleado F	85	54.61	Empleado U	63	35.03
Promedio $X_m$	83.17		Promedio $X_m$	66.14	
Desviación $s$	3.98		Desviación $s$	2.10	

Note que el empleado D, con 77 puntos, el peor del grupo 1, que parecería superior a todos los del grupo 2, pasa a ocupar el último lugar de ambos grupos combinados. También puede observar que un empleado promedio (Casi como el señor T) obtendrá 50 puntos. La puntuación tipificada es un valor absoluto. Si se obtiene una puntuación de 60 significaría que la persona es sólo superada por menos del 16% de los miembros de esa población. Un valor de 80, realmente cerca de lo excepcional, significaría que solo uno en mil superará dicho puntaje (0.1 %). El empleado D en el otro extremo, por ejemplo es superado por casi el 94% de las personas.

Observe en la tabla siguiente como interpretar un cálculo obtenido para T.

#### PROCENTAJE DE LA POBLACION SOBRE LA PUNTUACION

T	Porcentaje	T	Porcentaje	T	Porcentaje
15	99.98	40	84.13	65	6.68
20	99.87	45	69.15	70	2.28
25	99.38	50	50.00	75	0.62
30	97.72	55	30.85	80	0.13
35	93.32	60	15.87	85	0.02

En una evaluación de personal sin embargo es habitual que existan muchos criterios, por lo que es necesario aplicar la puntuación tipificada con algunos criterios complementarios. El método también permite relacionar variaciones de diferentes tipos aun sean provenientes de distintas fuentes- y condensarlas en un valor único representativo. Veremos como aplicar esto mediante un ejemplo. (Concéntrense en el método, no en los criterios utilizados, usted seguro encontrara mejores).

En primer lugar tiene que formarse un grupo de personas que conozcan el trabajo y que posean diferente óptica, para establecer un método de evaluación de personal. No hay que olvidar que el trabajo en equipo potencia las habilidades individuales y evita los errores generados por las incompletas percepciones personales. Este equipo utilizando el brainstorming establece algunos criterios importantes. Dado que se producen una gran cantidad de propuestas, intentan luego condensarlas en unos 4 o 6 criterios que el grupo considere importantes. Supongamos que el grupo (De siete personas) propuso finalmente los siguientes criterios:

1. Cumplimiento de sus obligaciones
2. Asistencia y puntualidad
3. Numero de sugerencias de mejoramiento de los últimos seis meses
4. Participación en el trabajo en equipo.
5. Entusiasmo.

El grupo además establece, previo análisis que estos criterios no pueden tener el mismo peso y les establece un peso relativo quedando una tabla como la que sigue.

<b>CRITERIO</b>	<b>PESO PROMEDIO</b>
Cumplimiento de sus obligaciones	4.80
Participación en el trabajo en equipo	3.60
Numero de sugerencias de mejoramiento de los últimos 6 meses	3.00
Asistencia y puntualidad	2.20
Entusiasmo	1.40

Los miembros del grupo establecen, asimismo, que para evaluar al personal con estos criterios utilizarían las siguientes bases:

1. El cumplimiento de obligaciones se evaluará en base al 100%. El jefe directo tomará nota del nivel de cumplimiento de los encargos específicos y analizará el desarrollo de sus tareas rutinarias. Deberá, en tal sentido, cuidar de no guiarse únicamente por los días anteriores a la evaluación (Trimestral, semestral o anual) sino que llevara un registro mensual del cumplimiento.

2. La participación será evaluada en base al número de horas de trabajo del empleado en los grupos de mejoramiento. Esto se obtendrá de los registros presentados mensualmente por los secretarios de los grupos.
3. El número de sugerencias se extraerá de los registros del programa anual que califica las propuestas, otorgándoles un valor de 0 a 5.
4. La asistencia será obtenida del promedio mensual de los seis meses. Cada ausencia representará un 4% menos mientras que las tardanzas restaran 1 ó 2% dependiendo de si están dentro o fuera del límite de tiempo tolerado.
5. Finalmente, el entusiasmo será evaluado, de 0 a 20, por el jefe directo en base a su percepción. También llevará un registro mensual de su calificación para evitar que su nota dependa de los últimos días.

Luego los jefes evalúan, cada uno, al personal de su área. Imaginemos los resultados obtenidos de los seis empleados del departamento de ventas. En el cuadro que se muestra a continuación aparecen (En las primeras filas de data) las calificaciones obtenidas para cada uno de los cinco criterios.

Se ha anotado en la columna "Peso" la valoración relativa del criterio mostrada en el cuadro anterior. En las dos últimas columnas aparecen tanto el promedio como la desviación estándar (sn) para cada criterio.

<b>Empleado</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>Peso</b>	<b>Prom.</b>	<b>Desv.</b>
Cumplimiento	94	94	90	92	96	93	4.8	93.17	1.86
Participación	18	9	17	14	11	12	3.6	13.50	3.20
Sugerencias	13	5	21	8	5	10	3.0	10.33	5.53
Asistencia	97	98	95	92	100	97	2.2	96.50	2.50
Entusiasmo	15	12	14	14	15	16	1.4	14.33	1.25
Cumplimiento	54.47	54.47	33.01	43.74	65.21	49.11		50.00	10.00
Participación	64.06	35.94	60.93	51.56	42.19	45.31		50.00	10.00
Sugerencias	54.82	40.35	69.30	45.78	40.35	49.40		50.00	10.00
Asistencia	52.00	56.00	44.00	32.00	64.00	52.00		50.00	10.00
Entusiasmo	55.35	31.29	47.33	47.33	55.35	63.36		50.00	10.00
Cumplimiento	261.47	261.47	158.43	209.95	312.99	235.71			
Participación	230.60	129.40	219.36	185.62	151.89	163.13			
Sugerencias	164.47	121.05	207.89	137.34	121.05	148.19			
Asistencia	114.40	123.20	96.80	70.40	140.80	114.40			
Entusiasmo	77.48	43.81	66.26	66.26	77.48	88.71			
Total	848.42	678.93	748.73	669.56	804.21	750.14	15.0		
Promedio	56.56	45.26	49.92	44.64	53.61	50.01		50.00	4.23
Tipificada final	65.51	38.80	49.80	37.32	58.55	50.02		50.00	10.00

En las siguientes 5 filas de data aparecen las puntuaciones tipificadas calculadas en base al método presentado. Note que los resultados calculados se han transformado todos en distribuciones normales con media 50 y desviación estándar 10.

Suponiendo que los criterios tuvieran igual importancia bastaría con sumar estos valores para cada empleado pero, como no es así, en este caso el grupo prosiguió de esta manera.

Las siguientes 5 líneas presentan el producto de cada puntuación tipificada por el peso del criterio al que corresponde. Después de estas líneas, se encuentra el total por empleado y el promedio por empleado. Este último se obtiene de dividir el total de cada empleado entre la sumatoria de los pesos de los criterios utilizados, en este caso 15. Note que el promedio de estos valores obtenidos es 50 pero su desviación estándar ya no es 10. Esto debido a que la sumatoria de puntuaciones tipificadas no necesariamente se distribuye con esta desviación.

Debido a lo anterior se añade una fila al final que incluye la puntuación tipificada de los promedios con los que el análisis ha culminado. Este cálculo final permite evaluar la relación existente entre estos 6 empleados y permitirá compararlos, con la misma base, con empleados de otra área y que hubieran sido calificados por otro jefe. Estos valores ya perdieron el sesgo del evaluador.

Un evaluador común a dos departamentos, por ejemplo el gerente, podría complementar la evaluación dando un bono (Positivo o negativo) y luego volver a obtener las puntuaciones tipificadas del grupo total.

Concluyendo: evaluar personas es una tarea que implica una gran responsabilidad. Ser justo es difícil. Es poco usual encontrar personas que



puedan juzgar sin dejarse llevar por sus simpatías o inclinaciones personales. Sin embargo, cuanto mas objetivos sean los criterios (En el ejemplo mostrado hay algunos que no lo son) es evidente que la decisión será menos subjetiva y probablemente también mas justa.

## **CAPITULO V**

### **FABRICACIÓN, ESTACIONES DE TRABAJO.**

#### **5.1 TODAS LAS INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO.**

Todas las instalaciones deberán mostrar al cliente que la empresa se esfuerza por una calidad de nivel mundial, mostrar una cultura de “Producción limpia” y grandes ambiciones; Por esto las instalaciones deben ser mantenidas limpias y ordenadas de tal modo que los clientes tengan una buena impresión (técnicas 5S o COLPA son aplicables)

La percepción del cliente deberá ser siempre considerada en nuestras instalaciones. Especialmente la entrada, recepción, salas de reunión con clientes, sala de pruebas y el camino hacia la sala de pruebas y las salas de reunión, tienen que estar siempre limpias , ordenadas y contemporáneas (En tecnología, colores, materiales etc.).

La luz: estaciones de trabajo bien iluminadas, áreas pintadas en colores claros, dan una impresión de buena calidad y crean un mejor ambiente de trabajo (Figuras N° 5.1 y N° 5.2 muestran ejemplos). Las barreras entre estaciones de trabajo no tienen que ser paredes. Figuras N° 5.3 y N° 5.4 muestran como unas barreras de fiero fueron cambiadas por defensas de modo de dar una impresión mas positiva.

El techado: debe ser hermético (No esta permitido que el agua de lluvia ingrese)

Los pisos: deben ser pintados sin daños en su superficie (preferiblemente pintura epóxica), así aseguraremos la fácil limpieza.

Las instalaciones: deben estar construidas de tal manera que la acumulación de suciedad en superficie horizontales sea prevenida.

Deberá haber un adecuado servicio de limpieza en todas las instalaciones. Para tener un buen nivel, incluso todos los baños deberán estar limpios y ordenados.

Debe haber un adecuado servicio (de limpieza) incluso afuera de las instalaciones; la figura N° 5.5 muestra lo que no es deseable ver afuera de las instalaciones de la empresa.

**Reglas para las estaciones de trabajo de bobinado, ensamble de parte activa, ensamble final y fabricación de aislamientos.**

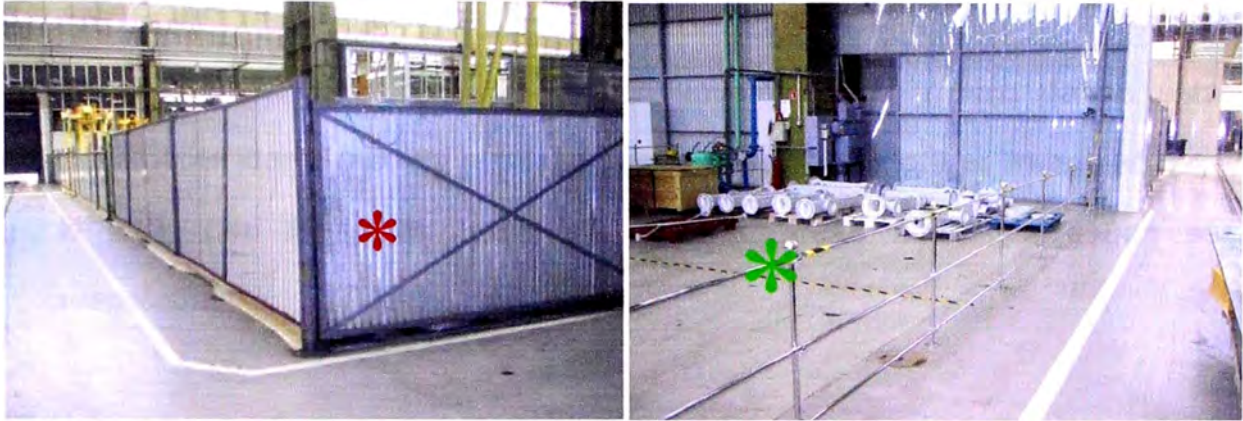
Ver “Áreas limpias” a continuación.



**Figura Nº 5.1.** Luz, estaciones de trabajo bien iluminadas, instalaciones pintadas con colores claros, dan una impresión de de buena calidad y crean un mejor ambiente de trabajo.



**Figura Nº 5.2.** Las instalaciones bien iluminadas, el piso sin daños, zonas de transporte claramente marcadas, y los estantes bien organizados y limpios.



**Figuras N° 5.3 y N° 5.4** En la foto de la izquierda se observa que se usaban barreras de metal en la planta de transformadores en Lodz, Polonia (marcado con un \* rojo). En la foto de la derecha se observa que fue reemplazado con defensas (marcado con un \* verde), dando al área una imagen mucho mas positiva y amplitud. Una ventaja adicional es que la barrera de metal servia como „escondite” donde se “almacenaba” cosas viejas, desechos, etc.



**Figura N° 5.5.** Vista de la parte exterior de una fabrica X. Debe de haber un adecuado servicio de limpieza incluso afuera de las instalaciones

## **5.2 ADMINISTRACIÓN DE UNA FABRICACIÓN DE TRANSFORMADORES**

Algunas muy básicas reglas para la administración de una fábrica de transformadores son dadas en el anexo 2. Partes de estos también son aplicables para transformadores de distribución.



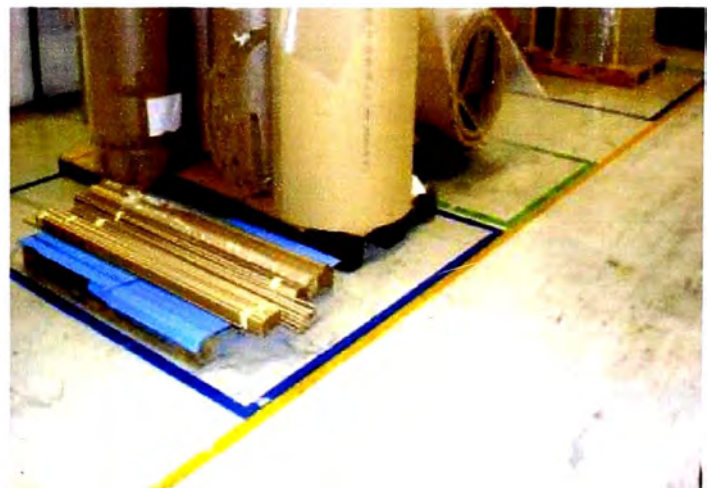
### 5.3 ARREGLO DE LAS ESTACIONES DE TRABAJO.

Las áreas de transporte, de almacenamiento y de trabajo deben estar claramente identificadas y el pintado debe ser mantenido. Ver figuras N° 5.4 y N° 5.5. Las áreas de transporte y otras áreas marcadas deben ser respetadas.

Áreas de descanso deben mantenerse limpias y ordenadas y separadas del área de trabajo. No debe estar permitido que los trabajadores tomen descansos en las zonas de trabajo.

Fumar no debe estar permitido en los talleres de transformadores, solo se podrá en zonas especialmente designadas.

Los núcleos de fiero deben ser almacenados en estantes de modo que las propiedades magnéticas no se dañen.



**Figura N° 5.4** (Izquierda). *El piso está gastado y da una miserable impresión. El hecho de que las líneas amarillas no estén pintadas da una imagen incluso de descuido.*

**Figura N° 5.5** (Derecha). *Buena práctica: Claramente marcadas las áreas de almacenamiento (Foto de Monselice, Italia).*

#### **5.4 REGLAS Y CONDICIONES DE LAS ESTACIONES DE TRABAJO**

Cada pieza de un equipo debe estar limpia; una razón es que esto reduce la contaminación que ingresa al transformador; otra razón es dar a los empleados y visitantes una impresión de la "Calidad ABB" (Calidad de nivel mundial).

Es una buena práctica permitir a los operarios dejar el trabajo por cinco minutos para hacer actividades de limpieza de sus áreas de trabajo y equipos. Adicionalmente es una buena practica correr la administración de la limpieza a través del sistema "5 S" (Ver Sistemas de limpieza mas abajo)



**Figura N° 5.6.** *Una pobre practica en una máquina de bobinado de transformadores de distribución: partículas de fiero – la maquina no ha sido frecuentemente limpiada.*

Con el propósito de mantener las propiedades dieléctricas, los materiales aislantes deberán siempre almacenarse en áreas cerradas bajo techo y no directamente sobre el piso (Debe de haber una tarima o otra protección). Material aislante debe mantenerse separado de herramientas y partes de metal en los lugares de trabajo o plataformas. Material aislante no debe

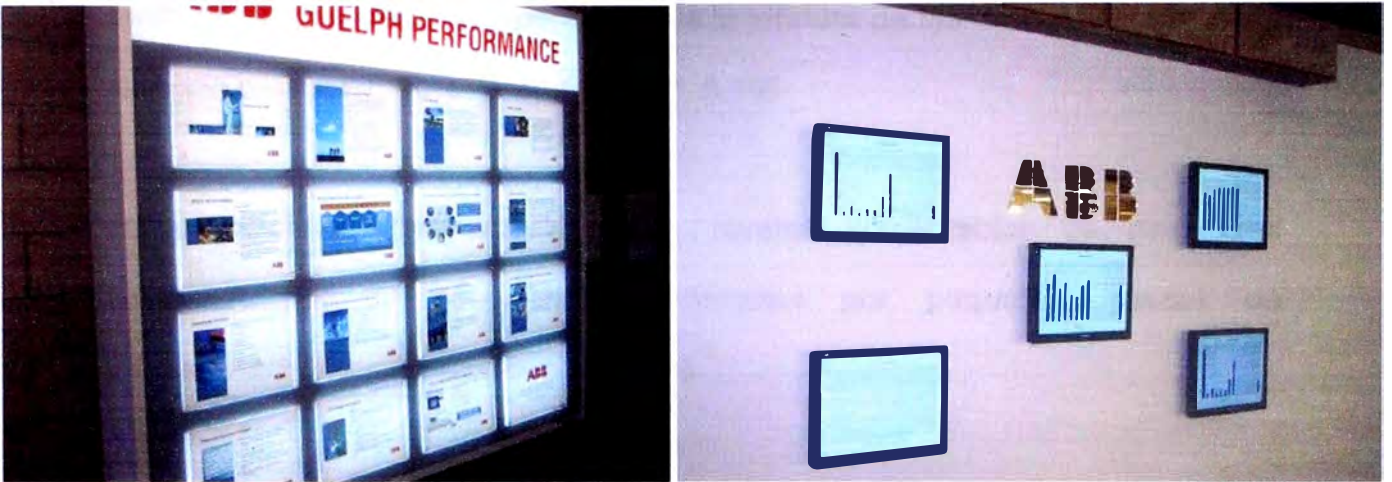
mezclarse junto con papel carbón, papel lija. Partes del aislamiento y parte activa del transformador debe ser cubiertas con plástico cuando no se este trabajando en ellos.

La música de radios dan al visitante una mala impresión y pueden incluso distraer la atención; esto debe ser prohibido. En algunas plantas, los operarios usan audífonos para escuchar música de modo tal que no toda su atención esta puesta en el trabajo. Esto representa un riesgo para la calidad y para la seguridad del operario pues le distrae; esto debe también ser prohibido. Asimismo, radios en las oficinas de los supervisores y capataces tampoco debe ser aceptado.

También es una buena práctica, informar mensualmente al personal del desempeño de la organización. Se pueden usar murales, tableros iluminados y otros. Ejemplos se muestran en las figuras N° 5.8 y N° 5.9.

Los talleres de fabricación de aislamientos, bobinado, montaje de parte activa, ensamble final, deben ser particularmente limpias, ver las "Áreas Limpias" abajo en las fotos. (Figuras N° 5.12 y N° 5.13).





**Figura N° 5.8 (Izquierda).** Tablero iluminado por detrás – una buena de mantener al personal informado

**Figura N° 5.9 (Derecha).** Pantallas planas usadas para dar información al personal

## 5.5 ÁREAS LIMPIAS

Todos los empleados tienen que entender porque la limpieza es importante

- La limpieza es fundamental para la total utilización de los diseños optimizados de ABB y para asegurar la confiabilidad en campo.
- La limpieza y el orden crean un mejor ambiente de trabajo y mejoran la eficiencia.
- La limpieza mejora la percepción del cliente de una buena calidad del producto.

Los altos esfuerzos dieléctricos y los niveles de descargas parciales requieren un ambiente que no contamine las bobinas y otras partes internas del transformador. Un alto grado de limpieza es requerido. Suciedad en materiales aislantes pueden causar descargas parciales y no deben por lo

tanto ser aceptadas. Es importante que la jefatura de las instrucciones para el rechazo de tales partes. (Ver figura N° 5.10)

Para transformadores de potencia, niveles inaceptables de descargas parciales son frecuentemente generadas por pequeñas piezas de contaminación (partículas conductivas).

Un buen ejemplo viene de la nueva planta de transformadores de distribución en Vadodara, India, que tiene el taller de bobinado encerrado en un "Instalación con presión positiva", con sobre presión ambiental y filtros de aire (figura N° 5.11).

Todas las áreas de bobinado y todas las áreas de ensamble deben ser extremadamente limpias; estas deben ser llamadas "áreas limpias". Dichas áreas deben ser claramente señalizadas y rodeadas por defensas. (Ver figuras N° 5.12 y N° 5.13). Estas estaciones de trabajo deberían tener:

- Una presión positiva en el ambiente con filtros de aire para prevenir que el polvo y la suciedad ingresen a las instalaciones y esto debe ser controlado. (Se puede implementar una lista de inspección en este punto)
- Una humedad relativa de menos de 60 % (Sin embargo una HR < 50% es preferida, esto hace que el control del proceso de secado sea mucho mas fácil). La humedad ambiental debe ser registrada. (Se puede implementar una lista de inspección en este punto).
- Los empleados deben usar uniforme blanco o de colores claros y zapatos especiales, esto es para ser usado solo en las áreas limpias.

- Los zapatos deberán ser cambiados cuando un empleado ingresa y sale de un área limpia.
- Los visitantes deberán usar cubiertas especiales para sus zapatos.
- No permitir que personas que no trabajen o no estén autorizadas a circular por estas áreas visiten estas áreas.
- Los rieles de las grúas superiores deben estar libres de partes de metal que puedan contaminar las áreas de abajo. El uso de cadenas y cables metálicos esta prohibido en las grúas, es mejor usar eslingas de poliéster o semejantes, pues partículas de metal pueden contaminar las áreas. En muchas plantas se limpian las grúas dos veces al año como una practica normal; mas frecuentemente en locaciones especiales. La razón es que las grúas son tan pesadas que pequeñas escamas de metal y suciedad son generadas cuando la grúa se mueve. La figura N° 5.14 muestra dos escamas de metal que cayeron de una grúa y la figura 39 muestra las vigas de la grúa. (mas fotos son mostradas en el capitulo 9). La limpieza de los rieles es crucial para nuestros transformadores y debería ser controlado regularmente (Se puede implementar una lista de inspección en este punto).
- Preferiblemente, los moldes de bobinado deben ser cubiertas con plástico, incluso cuando las bobinas están siendo bobinadas para asegurar que la contaminación de dentro del molde no contamine la bobina (Ver figura N° 5.16).
- Las bobinas en las maquina de bobinado vertical deben ser también cubiertas conforme se vaya bobinando (Ver figura N° 517)
- Las bobinas deberán ser cubiertas cuando no se este trabajando en ellas. Preferiblemente con plástico que no sea reusable, pues el plástico

reusable tiene el riesgo de traer suciedad dentro. Una buena práctica es mostrada en la figura N° 5.18.

- Materiales aislantes deben ser protegidos contra la contaminación. Una buena práctica se ve en la figura N° 5.19.
- Las plataformas de bobinado deben estar limpias (una pobre practica es mostrada en la figura N° 5.20). La figura N° 5.21 muestra porque las tarimas, plataformas y pisos deben estar limpios: hay un riesgo que los materiales de aislamiento se caiga o golpee o simplemente toque el piso, plataforma o tarima.
- Derrames de aceite hidráulico esta absolutamente prohibido. (figura N° 5.22 muestra derrame de aceite hidráulico de unos gatos hidráulicos usados para el prensado de bobinas en la parte activa).
- El interior del horno de secado de bobinas y materiales aislantes debe limpio y su base libre de resina (Ver figura N° 5.23).
- Cuando se corte conductores flexibles de cobre, es extremadamente importante que la suciedad de cobre no se desparrame alrededor. Esto puede contaminar los aislamientos (Ver figura N° 5.24). La herramienta de corte debe ser mantenida afilada de tal modo que la contaminación producida sea mínima. Una aspiradora debe estar disponible para limpiar y remover las partículas de cobre.
- Las herramientas, cajas de herramientas y otros equipos deben estar libres de suciedad y especialmente partículas metálicas (Como suciedad de cobre). (Ver fotos en capítulo 9).
- Las manijas deben estar ajustadas incluso para maquinas y equipos que no están en uso.

- Las cintas carbonizadas (Revestidas de negro humo) (A ser aplicadas en el prensado de conexiones y otras áreas para uniformizar el campo eléctrico) no debería estar en contacto con material aislante. Cuando trabajemos con esta cinta, el carbón puede pegarse a las manos y luego a los aislamientos. Por eso deben usarse guantes plásticos para aplicar esta cinta y deben ser desechados después de usarse. La cinta carbonizada deberá ser almacenada separadamente de los materiales aislantes (algunos operarios erróneamente mezclan material aislante con esta cinta carbonizada, ver figura N° 5.25). Mas fotos son mostradas en el capítulo 9.
- Igualmente, papel lija usado deberá desecharse y debemos asegurarnos que no contamine las cajas de herramientas pues contiene partículas de metal. (Ver figura N° 5.26).
- Cuando se trabaje con algún material conductor, por ejemplo, cuando se estén cortando conexiones, tener mucho cuidado de proteger la parte activa de tal manera que no sea posible que ninguna hebra de cobre caiga dentro o sobre esta. Se han dado muchos casos de fallas en pruebas por esta y similares contaminaciones. (Figura N° 5.28 muestra una pieza de cobre dentro de una bobina)
- Aunque las maquinas de bobinado, plataformas de ensamble, puertas del horno, etc., tienen elementos móviles y rotantes; los rodamientos y elementos hidráulicos deben estar libres de grasa con el propósito de no acumular suciedad. (Ver figuras N°. 5.26 y N°. 5.27 como ejemplo de una buena practica. Mas fotos son mostradas en el capítulo 9).

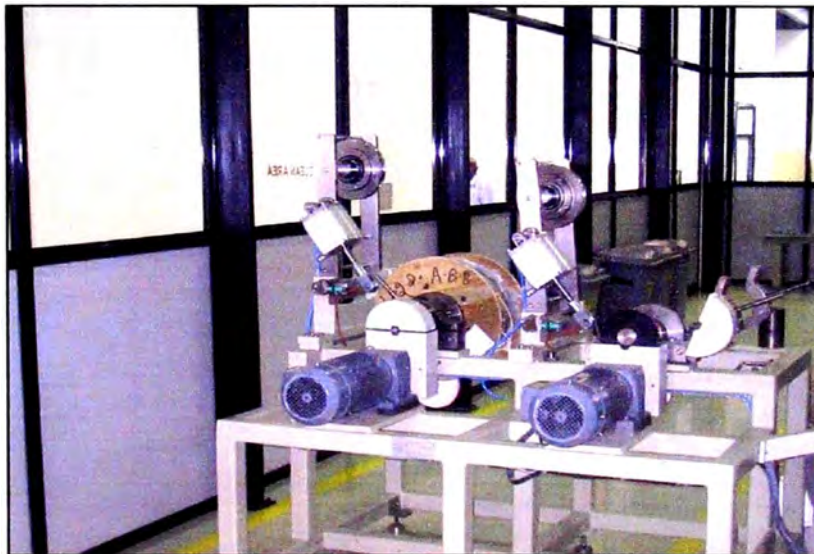
- Los montacargas usados para trabajos al exterior deberán tener el acceso restringido a las áreas interiores. Específicamente, el tráfico de montacargas dentro de las áreas limpias debe mantenerse en el mínimo.
- Las carretillas hidráulicas deben mantenerse limpias de grasa, especialmente la base de las carretillas y las ruedas deberán ser limpiadas regularmente y las ruedas deben ser de un tipo que no dejen marcas en el piso. (fotos en el capítulo 9)
- Montacargas a petróleo no son permitidos en áreas limpias

Algunas personas pueden argüir que los requerimientos de limpieza son muy rigurosos. Por ejemplo, un argumento es que los restos de la base del horno de secado no pueden ingresar dentro de las partes activas. Pero nosotros requerimos que incluso estos hornos estén absolutamente limpios. La razón es porque a partir de estas reglas ABB tiene un nuevo nivel de calidad (Un nivel de calidad mundial) y cambiar la actitud y conducta; requiere mucha psicología y – de repente- un poquito de exageración. Esta demostrado que nuestro nivel de “limpieza” esta ligada a nuestra calidad de trabajo, motivación y orgullo de nuestra organización. Por eso nosotros deberíamos fijar alto nuestros objetivos.

Manteniendo los talleres de bobinado y ensamble extremadamente limpios, es posible eliminar la contaminación que podría conducir a una descarga parcial.



**Figura N° 5.10.** Este anillo guía debe ser rechazado pues está contaminado. (Los anillos guía van colocados en la parte superior de las bobinas inductoras, sin embargo deben estar limpios.).



**Figura N° 5.11** .El taller de bobinado está en un "área de presión positiva", con presión superior a la ambiental y filtros de aire.





**Figura N° 5.12.** Buena practica, áreas limpias deben ser claramente marcadas.



**Figura N° 5.13.** "Áreas Limpias" señalizadas



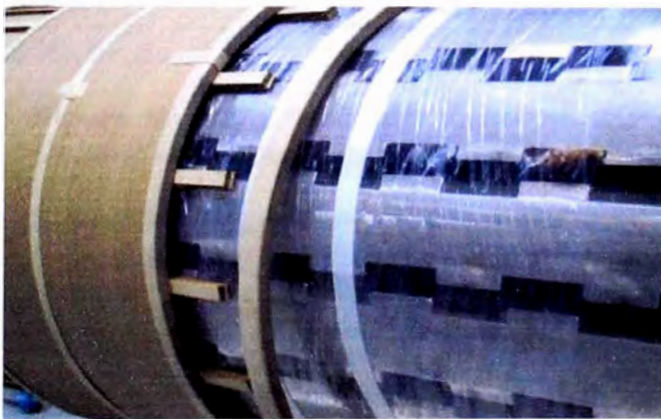


**Figura Nº 5.14.** Áreas limpias claramente identificadas.



**Figura Nº 5.15 (Izquierda).** Escamas de hierro generadas por la fricción de las ruedas con los rieles de las gruas, cayendo al piso.

**Figura Nº 5.16 (Derecha)** Escamas de hierro en las vigas alrededor de las rieles de las gruas estas aun no han caído).



**Figura Nº 1.17 (Izquierda).** Molde de bobinado cubierto con plastico, incluso cuando se esta bobinando, para prevenir la contaminación

**Figura Nº 5.18 (Derecha).** Bobina cubierta con plastco incluso cuando esta siendo bobinada en la bobinadora vertical.





**Figura Nº 5.19** (Izquierda). Bobinas cubiertas con plástico – incluso la parte superior ( Las bobinas que se observan sin cubierta acaban de salir del horno.).

**Figura Nº 5.20** (Derecha). Buena practica. Kits de Aislamientos tambien se han cubierto con plástico



**Figura Nº 5.21** (Izquierda). Pobre practica, plataforma de ensamble no esta limpia. Deberia estar limpia, especialmente de particulas de metal

**Figura Nº 5.22** (Derecha) Durante el ensamble de parte activa, la cinta de papel toca el piso ocasionalmente. Por eso el piso, tarimas y plataformasso deben estar limpias.



**Figura N° 5.23** Muestra una fuga de aceite hidráulico (De los gatos hidráulicos usados para el prensado de bobinas) sobre la parte activa. El aceite hidráulico no es compatible con el aceite para transformadores; Por eso manchas de aceite hidráulico están absolutamente prohibidas en la parte activa



**Figura N° 5.24.** El homo de secado debe ser limpiado por dentro. Esta foto muestra una pobre práctica: Hay partículas de metal y suciedad en el piso del homo





**Figura Nº 5.25.** *Se ven pequeñas partículas de cobre en la mano. Hay un alto riesgo de contaminación al cortar cable flexible de cobre*



**Figura Nº 5.26** (Izquierda). *Pobre practica – Material aislante limpio mezclado con cinta carbonizada.*

**Figura Nº 5.27** (Derecha). *Pobre practica – Papel lija almacenado conjuntamente con material aislante*



**Figura Nº 5.28.** *Una pieza de cobre (Probablemente del corte de conexiones)*



**Figura Nº 5.29 y Figura Nº 5.30.** *Buena practica. A pesar de las partes móviles, no hay grasa que pueda acumular suciedad.*



**5.6 PLATAFORMAS (Andamios)** (Estas reglas son aplicables para operarios, supervisores, ingenieros y visitantes)

- Cuando se trabaje sobre plataformas no están permitido el uso de: relojes de pulsera, joyas, horquillas para pelo, y anillos.
- Los bolsillos deben estar vacíos, no se puede llevar en ellos, golosinas, cigarrros, piezas de metal y otros artículos que puedan caerse y contaminar el transformador.
- Los ingenieros deben dejar sus lapiceros, sujetadores de corbata, monedas, etc. antes de subir a las plataformas.
- No esta permitida fruta, bebidas o bocadillos.
- Solo esta permitido el uso de lápices especiales.
- La plataforma debe ser cuidadosamente limpiada después de la fabricación de cada transformador.



**Figura N° 5.31.** *Una plataforma de ensamble limpia, efectiva y segura*

## **5.7 ADMINISTRACIÓN DEL ORDEN, LIMPIEZA Y ORGANIZACIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO, MÉTODO 5 S.**

Mientras muchas personas pueden considerar que el orden y la limpieza es un tema de menor importancia, debemos ser conscientes de que el orden y la limpieza esta estrechamente relacionado con muchos aspectos importantes para el funcionamiento de una empresa excelente. Por ejemplo hay una estrecha relación entre el nivel de orden y limpieza y el nivel de desechos, averías, accidentes, absentismo, existencias en curso, sugerencias, etcétera.

La limpieza, el orden y la organización del lugar de trabajos implementados a través del método 5 S generaran en el corto plazo grandes ventajas para la empresa tales como:

- ***Reducción de costos***
  - Elimina tiempos perdidos en: búsqueda de herramientas, documentos, etc.
  - Reduce la innecesaria duplicación de herramientas y suministros.
  - Reduce las averías
  - Reduce la cantidad de herramientas perdidas
  - Reduce el nivel de existencias e inventarios
  - Reduce movimientos y traslados inútiles
  - Hace mas rápido el trabajo reduciendo actividades sin valor
  
- ***Reduce los accidentes***
  - Provee controles adicionales para los peligros en las áreas.
  - Elimina métodos de almacenamientos impropios y peligrosos.

- Mejora la calidad
- Documentación fácilmente accesible permitiendo una rápida y precisa respuesta al cliente.
- Herramientas y equipos se mantienen en buenas condiciones
- Genera una disminución del riesgo de cometer errores
- Genera una mejor imagen ante el cliente.

Debe de definirse claramente el rol de cada uno y de todos los empleados. Los Gerentes de producción son responsables por la implantación de las 5S y conjuntamente con los Gerentes de Calidad deben hacer formal el proceso.

- Rol de los Directores : Educar, crear equipos , enseñar con el ejemplo
- Rol de los supervisores y jefes : Aprender , dirigir proyectos, enseñar con el ejemplo
- Trabajadores : Aprender, desarrollas ideas 5S , educar a los compañeros


A continuación mostramos alguna fotos que ilustran el proceso de implementación 5S, mas fotos son mostradas en el capitulo 9.





**Figura N° 5.32** Muestra un ambiente antes (Izquierda) y después

**Figura N° 5.33** (Derecha) de aplicar la metodología 5S. Las ventajas en seguridad, calidad y costos saltan a la vista. El cliente se lleva una mejor impresión de la calidad del producto

5S ROUTINES AT THE END OF THE SHIFT	
1	Put away all unneeded items
2	Place all tools in their designated location
3	Set in Order and Clean the workplace
4	Arrange papers, drawings, binders, ect. on their places
5	Clear work area (tables and machine)
6	Check supplies are up to designated levels
7	Ensure that aisles are clear
8	Check machinery/tools are in good working condition and highlight problems
9	Remove personal items
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div>           Department: Winding area         </div> <div style="text-align: right;">           Team leader: Gianni Tonin         </div> </div>	

**Figura N° 5.35.** Buena practica. Reglas para "5S".



**Figura Nº 5.36.** Buena practica. "5S" significa eficiencia

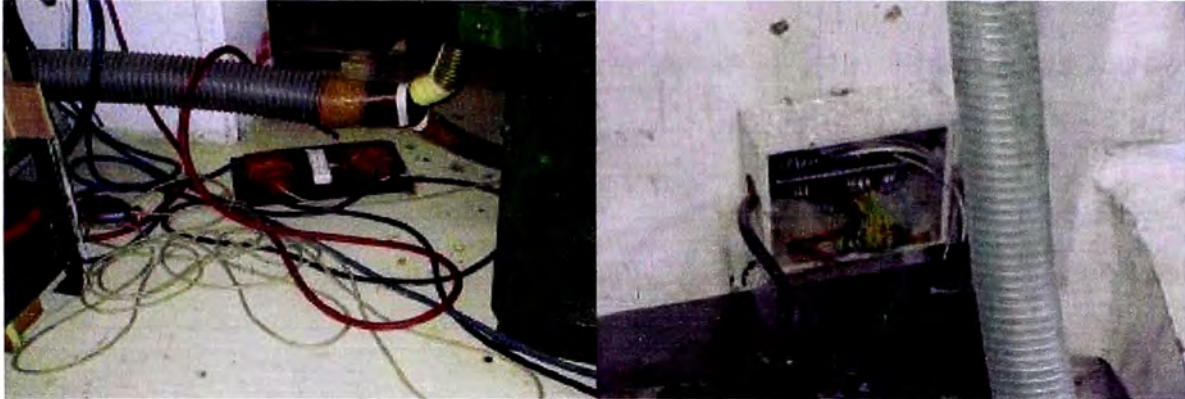
## **5.8 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**

Un sistema de mantenimiento preventivo es necesario, este debe incluir:

- Un programa de mantenimiento preventivo que muestre las actividades de mantenimiento semanal y periódico por cada maquina y que defina responsabilidades. (Preferiblemente la actividades diarias y semanales deben tener designado a un operario determinado y los mantenimientos periódicos deben ser responsabilidad del departamento de mantenimiento que a su vez puede tercerizar esta actividad).
- Una lista de inspección de mantenimiento por maquina debe estar a la vista en cada maquina mostrando las instrucciones de mantenimiento preventivo con una tabla de datos para el mantenimiento a realizarse así como para el mantenimiento realizado.
- Contratos de servicio de mantenimiento para los equipos críticos como las grúas puente, hornos de secado, equipos de sala de pruebas, etc.

## 5.9 MANTENIMIENTO.

Maquinas y equipos que no estén en condiciones de trabajar, deberán ser reparadas inmediatamente o removidas de los talleres.



**Figuras N° 5.37 y N° 5.38.** *Muy mala practica y peligrosa. Un pobre mantenimiento puede conducir a una interrupción de la producción. Esta práctica debe estar absolutamente prohibida.*

## 5.10 EQUIPO

Muchas plantas tienen equipo y maquinaria vieja. Esto es aceptado y valido en tanto que el “desempeño” requerido sea definido para estas maquinas y estén limpias y ordenadas. La figura 58 una máquina de bobinado vieja con una nueva plataforma instalada para hacer más fácil la limpieza y organización. Sin embargo equipo antiguo sin mantenimiento como el mostrado en la figura 59 no puede ser aceptado.

Equipos y herramientas deben ser almacenados de manera ordenada, incluyendo las cajas de herramientas personales tanto como las herramientas comunes (Compartidas).

Cajas de almacenamiento (De materiales, herramientas, etc.), mesas de trabajo y reglas de medida, no deben ser hechas de aluminio, esto representa

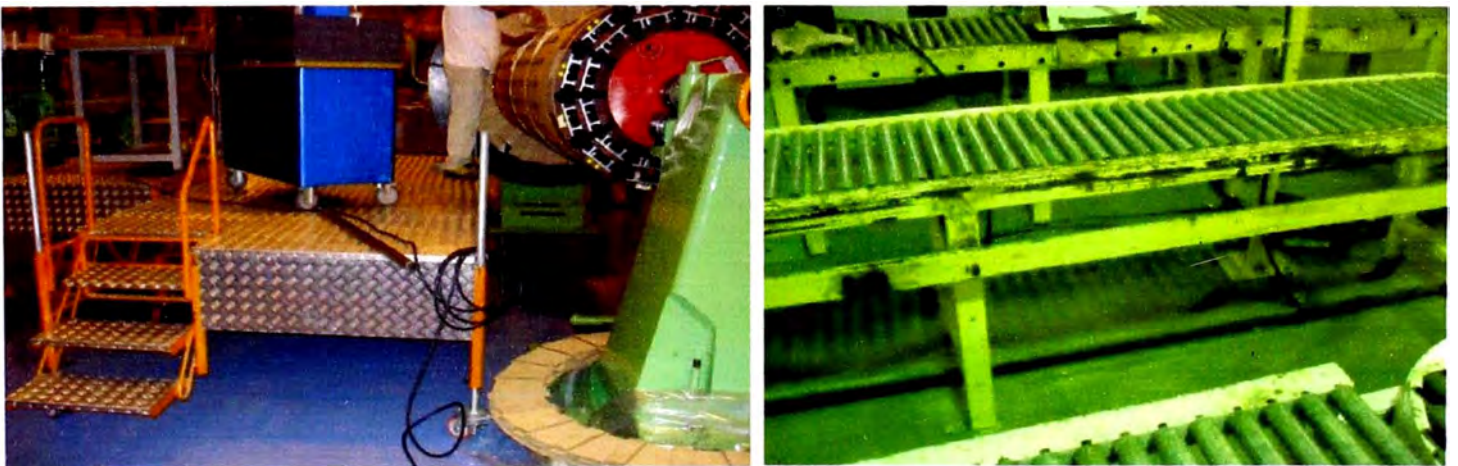


un riesgo dieléctrico. La figura 63 muestra un banco de trabajo de aluminio y como el oxido de aluminio ha contaminado un “espaciador.” que fue movido a lo largo del borde de la regla de aluminio.

Las herramientas de corte deben estar afiladas; al usar herramientas romas se generan bordes con rebaba e irregulares.

Las eslingas deben ser guardadas cuando no se usen (Ver fotos en capítulo 9).

Siempre hay un peligro de explosión y fuego durante el cargado de baterías. Las estaciones de carga de los montacargas deben estar claramente marcadas y señalizadas y libres de materiales inflamables. Incluso debe haber una estación de carga para baterías de los controles remotos de grúas puente, linternas, equipos electrónico, y de teléfonos celulares.



**Figura Nº 5.39** (izquierda). Maquina de bobinado antigua con una plataforma de aluminio instalada para hacer más fácil la limpieza y organizar mejor el área.

**Figura Nº 5.40** (derecha). Este equipo necesita limpieza, pintado y mantenimiento. Esto da una pobre impresión al cliente.



**Figura N° 5.41.** *Pobre practica, una mesa de trabajo echa de aluminio. El oxido de aluminio contamina un espaciador que fue movido a lo largo del borde de la regla de aluminio.*

## **CAPITULO VI**

### **PROVEEDORES, RECEPCIÓN DE MATERIALES.**

#### **6.1 PROVEEDORES CERTIFICADOS**

Es obligatorio o altamente recomendado que el material esencial para la confiabilidad del transformador venga de proveedores pre-calificados. Materiales no esenciales de proveedores no calificados pueden ser usados previa inspección de recepción. Se deben tomar cuidados especiales cuando el proveedor cambia sus procesos. La calificación de proveedores es una actividad que consume tiempo, pero acortar esto puede ser muy costoso. Para los más importantes materiales, es recomendable visitar a los proveedores periódicamente para hacer un seguimiento de sus no conformidades y cada cambio hecho.

La inspección de recepción debe estar enfocada en la inspección del cumplimiento de plazo de entrega y de los límites de valores nominales. Si este proceso se deja para después puede generarse más costos y sobretodo afectar drásticamente el tiempo de entrega si alguno de los materiales necesita ser reemplazado.

Es importante en el proceso de calificación de los proveedores considerar su educación en nuestros procesos (a través de la Escuela de Calidad). Debe de mostrársele las áreas limpias, listas de inspección, normas aplicables, etc.

Mostrársele la sala de pruebas y explicársele que sucede con el material en caso de contaminación o defecto en el material.

Debe fijarse el nivel de calidad aceptable conjuntamente con el proveedor para su material. Los niveles de calidad del proveedor no pueden estar por debajo de nuestros niveles.

**6.2 REGLA BÁSICA NUMERO 1: NUNCA CREA EN EL PROVEEDOR AL 100%. DEBE DE HABER UN ÁREA DE INSPECCIÓN DE TODO EL MATERIAL ENTRANTE, INCLUSO DE LOS MATERIALES DE PROVEEDORES CERTIFICADOS.**

Normalmente nosotros, no confiamos completamente en lo que escuchamos de otras personas. Nosotros siempre cuestionamos la "verdad" que escuchamos, algunas personas confían mas, algunas confían menos. Sin embargo, no es lógico que confiemos totalmente en nuestros proveedores. Nosotros deberíamos preguntarnos si el material que estamos recibiendo de nuestros proveedores esta conforme o no. Para eso debe implementarse un punto de inspección de materiales y basado en los resultados de este proceso debe hacerse un plan para "que material" debe ser inspeccionado y con que frecuencia. (Algunos directores de empresa dicen que ellos confían completamente en sus proveedores certificados; pero es más cierto que ellos no desean hacer ninguna inspección de recepción).

Siempre, los operarios deben de reportar los defectos o problemas de algún material que ellos reciban y ellos deben de estar preparados para ayudar a escribir un reporte del problema.

La figura N° 6.1 muestra un espantoso ejemplo de un material de un proveedor certificado.



**Figura N° 6.1.** *Un tubo de un proveedor certificado. El contrato dice que todos los tubos deben estar limpios por dentro; en la foto se observa granalla metálica en el interior del tubo, lo cual puede causar un a falla dieléctrica en el transformador.*

**6.3 REGLA BÁSICA NUMERO 2: NO ACEPTE PROBLEMAS O DEFECTOS CON NINGÚN MATERIAL ENTRANTE.; INCLUSO SI EL MATERIAL ES URGENTEMENTE NECESITADO POR LA PRODUCCIÓN.**

No habrá ninguna mejora en nuestros materiales requeridos si es que nosotros no les damos a nuestros proveedores una retroalimentación de su producto. Algunas veces un proveedor es más cuidadoso en el nivel de calidad de sus productos despachados cuando sabe que su cliente tiene procesos de recepción de materiales y quejas.

Por otra parte para nuestros operarios esto significa que ellos tendrán más problemas con estos materiales y habrá mas reportes de defectos y



problemas. Pero en este punto el problema ya es mas critico pues se ha sumado el tiempo de reposición del material

**6.4 REGLA BÁSICA NUMERO 3: CUANDO HAY PROBLEMAS CON UN MATERIAL DE UN PROVEEDOR: CONTÁCTATE CON EL NIVEL CORRECTO (EL MAS ALTO POSIBLE) Y CON HECHOS Y FOTOS.**

Muy frecuentemente los problemas con los materiales son reportados a nuestros proveedores, pero el error mas frecuente es que se lo comunicamos a la persona normal de contacto (Vendedor). Empero estos problemas deben ser comunicados al Gerente de Producción o al Gerente de Calidad del proveedor. La razón es que estos problemas en el material nos causan problemas a nosotros, el tiempo para la "Reparación afectan nuestro tiempo de entrega y nos generan costos. Los casos en los que los defectos en el material puedan causar problemas cuando nuestro producto este en servicio son muy importantes y – por tanto – deben ser reportados al Gerente General de nuestro proveedor.

Esto esta en concordancia con el echo de que cuando el producto de ABB tiene problemas o defectos; el cliente muy frecuentemente lo reporta al Gerente General, al Gerente de Fabrica o al Gerente de Calidad.

En todas las situaciones de conflicto, la comunicación debe ser hecha con base en hechos y fotos antes que en sensaciones y recelos. El responsable de hacer la no conformidad deberá hacer mediciones y tomar fotos. Use estadísticas avanzadas y pruebas de hipótesis para demostrar el punto.

## **CAPITULO VII**

### **FACTORES INTRÍNSECOS A LA EMPRESA QUE SON DESCUIDADOS EN UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD.**

Un error de las personas sin experiencia en la ejecución de programas de calidad y una de las razones por la que falla es encaminar todos los esfuerzos en la atención del cliente y no necesariamente en su satisfacción.

Para el cliente la palabra clave es "resultado" y este depende de muchos factores intrínsecos a la empresa que son descuidados en un programa de mejoramiento de la calidad. A continuación citare algunos desde mi experiencia.

#### **LAS POLÍTICAS DE CALIDAD SON ESCRITAS POR GENTE QUE NUNCA VE AL CLIENTE.**

Muchas empresas dan más énfasis a la administración y al control que al resultado percibido por el cliente. Esto da lugar a que las áreas internas tengan autoridad total para crear políticas, normas y procedimientos que no siempre (por no decir casi nunca) tienen en cuenta las verdaderas necesidades del cliente o el impacto que dichas políticas generan en la manera como él cliente percibe nuestra calidad.

Ejemplos abundan, cito por ejemplo la política del área de contabilidad de atender guías de despacho solo hasta las 2:00 p.m. sin tener en cuenta que esto afecta directamente al cliente. Otro ejemplo, la política del área de seguridad de no permitir el ingreso de ninguna persona con cámaras, incluidos los clientes y sus asesores que vienen a ver sus productos y que incluso estos clientes ingresan acompañados por un ejecutivo de ventas de la empresa.

## **7.2 LAS ÁREAS INTERNAS ESTÁN AISLADAS DEL RESTO DE LA EMPRESA.**

Las políticas de calidad muchas veces son incongruentes con la necesidad del cliente dado que las áreas internas son islas dentro de la empresa y se enfocan más hacia la tarea que al resultado. Cada área hace su planeación estratégica sin tener en cuenta las otras áreas. Nunca olvidare una reunión donde el área comercial había fijado el plazo de entrega de transformadores de distribución en cuatro semanas teniendo en cuenta la orientación del mercado y el área de producción lo había fijado en seis semanas teniendo en cuenta la capacidad de producción de ese momento.

## **7.3 CADA ÁREA EJERCE SU MONOPOLIO.**

Dentro de la empresa cada área es un monopolio de servicio interno, entendiéndose que no tiene competencia interna con el fin de que su área cliente pueda escoger la mejor opción. Las áreas de más poder producen una especie de espiral dinámica hacia adentro, haciendo que toda la empresa y el cliente giren alrededor de las necesidades del área y no al contrario, como debería ser.

#### **7.4 EL EMPLEADO DE PRIMERA NO TIENE PODER DE DECISIÓN.**

Las empresas, por temor a perder el control, impiden que el empleado tome decisiones, afectando así el tiempo de respuesta al cliente. Es irónico constatar que la persona más sensible a la problemática del cliente sea la mas imposibilitada para resolver sus problemas.

#### **7.5 EL JEFE GENERA MIEDO AL ERROR.**

Dado que los errores son castigados severamente – casi siempre afectando el bolsillo del empleado – este prefiere cuidar su puesto y sus intereses y no toma ninguna iniciativa. Cumple al pie de la letra el manual de políticas que, casi nunca, tiene en cuenta las verdaderas necesidades del cliente.

#### **7.6 POR CUIDAR LOS CENTAVOS SE PIERDEN LOS PESOS.**

Conceptos como “todo extra lo paga el cliente” o dificultades exageradas para aceptar cambios en el proyecto, hacen que se pierda más clientes por políticas equivocadas que por mala calidad de los productos.

#### **7.7 SE ENDIOSA EL DEPARTAMENTO DE VENTAS.**

La mayoría de las empresas no están orientadas hacia el cliente sino hacia los vendedores. Son los únicos que ganan bien; los únicos por cuya capacitación se preocupa la empresa constantemente y a quienes motiva con bonificaciones. Esto ocasiona roces con otros departamentos y una mentalidad de resultado que muchas veces, olvida las necesidades del cliente.

**7.8 LA EMPRESA VE AL CLIENTE COMO UN OBSTÁCULO A SALVAR Y NO COMO UN OBJETIVO.**

Todavía creemos que estamos en un mercado de vendedores cuando, desde hace mucho, el mercado es de compradores. Vemos como objetivo la ganancia y como medio al cliente, en vez de ver a este como objetivo y a la ganancia como la consecuencia natural del buen servicio.

**7.9 QUEREMOS QUE EL EMPLEADO DE UNA EXCELENTE IMAGEN ANTE EL CLIENTE, PERO DESCUIDAMOS LA IMAGEN QUE É TIENE DE SU PROPIA EMPRESA.**

¿Nunca has escuchado a alguien hablar mal de la empresa donde trabaja? El empleado transmite al cliente la imagen que él realmente tiene de su propia empresa y no la que manifiesta la publicidad, los afiches motivacionales de comunicación interna y la misión de la empresa impresa en elegantes cuadros en la pared.

**7.10 QUEREMOS QUE EL EMPLEADO SONRÍA AL CLIENTE PERO NO NOS PREGUNTAMOS SI ESTA MOTIVADO PARA TRABAJAR CON ALEGRÍA.**

Mientras la empresa no vea al empleado como cliente, el empleado no vera al cliente como tal. La empresa y sus líderes no atienden clientes; atienden empleados que atienden clientes. Dicho de otra manera, el empleado cuidará los intereses del cliente (Que al final son los de la empresa) solo si la empresa cuida los suyos.

**7.11 QUEREMOS QUE TODA LA EMPRESA SE ORIENTE AL CLIENTE PERO DEJAMOS QUE CADA ÁREA SE ORIENTE HACIA SUS PROPIAS NECESIDADES.**

Las empresas tienen muy bien definida su misión pero no las misiones propias de cada área. Se habla de cliente interno en teoría pero, en la práctica, las áreas están aisladas, incomunicadas y en constante conflicto.

**7.12 DESCUIDAMOS MUCHOS MOMENTOS DE VERDAD POR NO PENSAR COMO CLIENTES.**

Es muy común encontrar empresas con recepcionistas muy guapas y serviciales, en tanto que en la puerta está un vigilante con cara de revolver. Mientras que a nuestros empleados les enseñamos que quien ingresa es un cliente potencial, al vigilante le enseñan que quien entra (y sale) es un delincuente potencial.

**7.13 TENEMOS UN CONCEPTO “COLONIALISTA” DE LA GERENCIA.**

Para muchos gerentes, la imagen lo es todo, se consideran casi unos dioses infalibles y todopoderosos. Para ellos el empowerment es un mito. Piensan que el empleado fue contratado para trabajar y no para pensar. Es el típico jefe que dice: “Me encanta la creatividad de mis empleados siempre y cuando sus ideas sean iguales a las mías”. . Esta es una razón por la que en el Perú no funciona una de las herramientas emblemáticas del empowerment: Los Círculos de Calidad.

#### **7.14 QUEREMOS QUE LOS EMPLEADOS OPINEN Y APORTEN SOLO EN LAS ÁREAS QUE NOS CONVIENEN.**

Los círculos de calidad han fallado en el Perú, en parte porque nos encanta que el empleado aporte ideas de mejoramiento pero no aceptamos que critique y afecte el statu quo de la empresa. En mi experiencia he visto jefes que incluso califican de sindicalistas a los empleados que hacen críticas y así no se puede generar un clima de aporte de ideas.

#### **7.15 LA CONFUSIÓN EN EL ENFOQUE DEL CLIENTE INTERNO.**

Por ultimo es importante hacer notar un peligro latente en el concepto de cliente interno: sólo se debe buscar la satisfacción del cliente interno si esto apoya la satisfacción del cliente externo. De otra manera nos convertiremos en una empresa de gran camarería, donde todos se esfuerzan al máximo por cumplir los caprichos de las demás áreas y descuidan el objetivo principal: la lealtad del único y verdadero cliente: el que paga.

## **CAPITULO VIII**

### **PLAN DE INSPECCIÓN EN PROCESO Y EN PRUEBAS**

A continuación muestro un modelo de plan de inspecciones en proceso y durante las pruebas para la fabricación de transformadores de potencia.

En este plan se definen las funciones de calidad durante la inspección, se definen las responsabilidades y a los responsables.

Asimismo este plan es soportado por listas de inspección en cada proceso (Ejemplos de estas listas se muestran en apéndice 2).

Durante todo el proceso la inspección se realiza por el mismo operario (Auto-inspección), y por técnico especializados en los puntos donde se necesitan pruebas. Asimismo hay definidos 7 “hold points” o punto de Inspección obligatoria por el comité de Inspección. Estos puntos están definidos en el diagrama de flujo y el que dirige su cumplimiento es el supervisor del área productiva, quien emite las invitaciones a los responsables de comité según tabla adjunta.



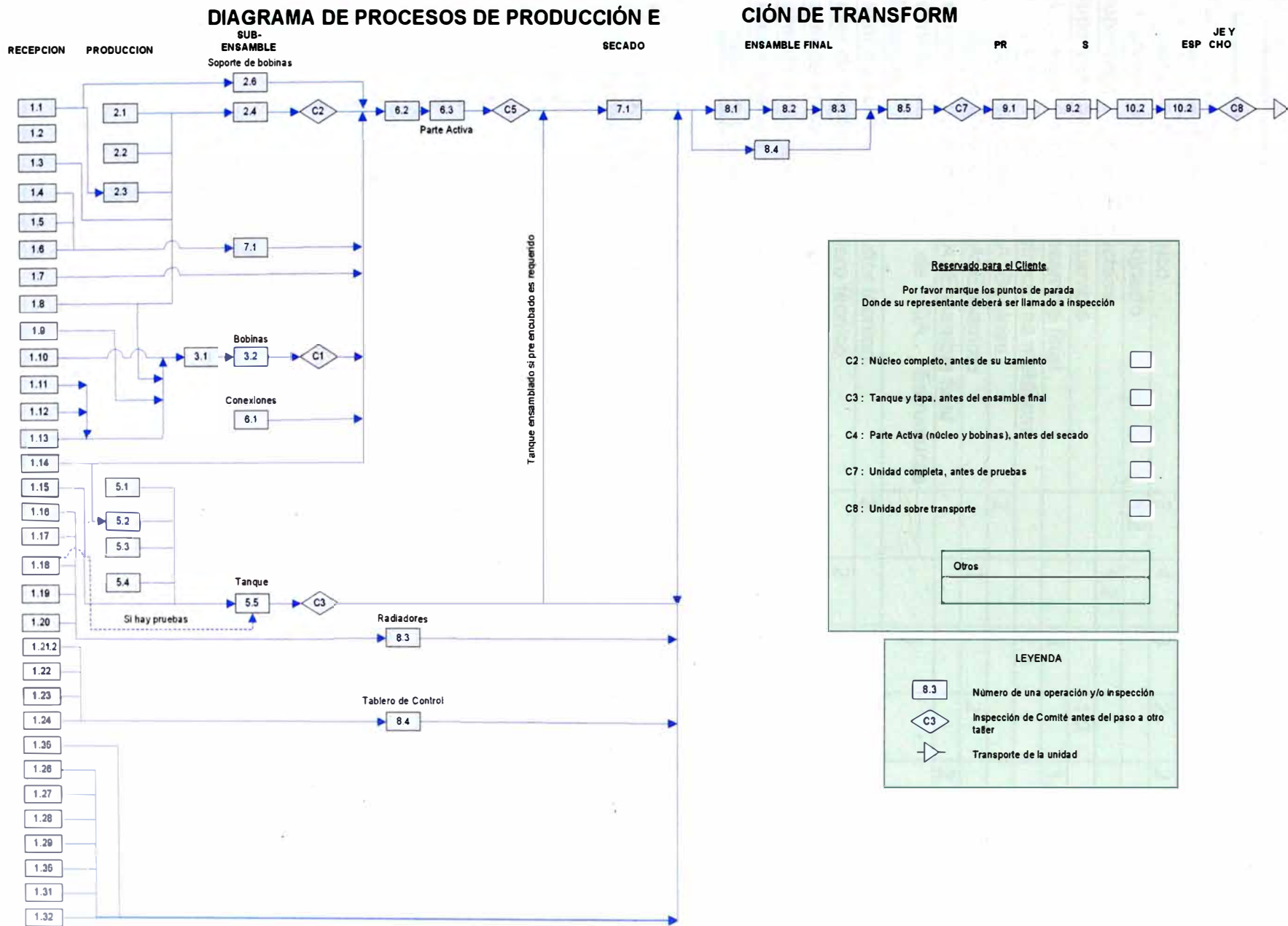


Diagrama de flujo de procesos, los números son referentes al Plan de Calidad

### Participantes del Comité de Inspección

	C-1	C-2	C-3	C-5	C-6	C-7	C-8
							3
Ingeniero de diseño mecánico	2	4	2	2	2	4	3
Ingeniero de diseño eléctrico	2	4	3	2	2	2	3
Supervisor de taller de bobinado	1,2						
Supervisor de taller de núcleos		1,2					
Supervisor de taller de ensamble				1,2			
Supervisor de taller de ensamble final			3		1,2	1,2	1,2
Supervisor de taller de estructuras metálicas			1,3				
Técnico de pruebas de QA: Bobinas	2						
Técnico de pruebas de QA: Ensamble		2		2			
Técnico de pruebas de QA: Ensamble final					2	2	2
Técnico de pruebas de QA: Estructuras Metálicas			2				
Taller de bobinado: consultor técnico	2						
Taller de núcleos : consejero técnico		2					
Taller de ensamble : asesor técnico				2			
Taller de ensamble final : consultor técnico					2		
Taller mecánico : asesor técnico			2				
Ingeniero de pruebas						2	

Nro. de comité de inspección	Descripción de secuencia de fabricación
C-1	Bobinas completas antes de su paso a la línea de ensamble
C-2	Núcleo completo, antes de su paso al taller de ensamble
C-3	Tapa y tanque antes de su paso a ensamble final
C-5	Parte Activa (núcleo y bobinas) antes del secado
C-6	Parte Activa después del día 1 (horno)
C-7	Unidad completa antes de pruebas
C-8	Unidad antes de transporte

#### Leyenda

1	Emisor de aviso
2	Obligado a asistir
3	Invitado a asistir
4	Obligado a asistir para prototipo solamente

#### Nota

- Todas los puntos de inspección marcados con "TT" , son ejecutados por Técnicos de Calidad
- Todas los puntos de inspección marcados con "O" son ejecutados por Operarios de producción

Sec. No.	Características	Cantidad de Inspección	Referencias, especific. y criterios de aceptación	Formato de Registro	Notas
<b>1</b>	<b>RECEPCION DE MATERIALES</b>				
1.1	<u>Fierro magnético</u> (para núcleos ) a) Identificación b) Inspección visual de daños de transporte c) Perdidas eléctricas (w/kg)	100% TT	Norma ASTM A-34 Formato de recepción y certificados de pruebas	Formato de recepción	
1.2	<u>Partes fabricadas de partes del núcleo</u> a) Identificación b) Dimensiones	TT de acuerdo al plan de muestreo	Norma de calidad int. Lista de Inspección	Lista de Inspección	
1.3	Pernos de yugo a) Identificación b) Verificación de rosca	TT de acuerdo al plan de muestreo	Norma de calidad int. Lista de Inspección	Lista de Inspección	
1.4	Tubos de protección a) Identificación b) Limpieza c) Dimensiones	TT de acuerdo al plan de muestreo	Norma de calidad int. Formato de recepción y certificados de pruebas	Formato de recepción	
1.5	Anillos de protección a) Identificación b) Limpieza c) Dimensiones	TT de acuerdo al plan de muestreo	Norma de calidad int. Formato de recepción y certificados de pruebas	Formato de recepción	
1.6	Partes de apantallamiento a) Identificación b) Limpieza c) Dimensiones	TT de acuerdo al plan de muestreo	Norma de calidad int. Formato de recepción y certificados de pruebas	Formato de recepción	
1.7	Conmutador a) Identificación b) Inspección visual de daños de transporte c) Reporte de pruebas b) Limpieza	100% TT	Norma de calidad int. Formato de recepción y certificados de pruebas	Formato de recepción	

Sec. No.	Características	Cantidad de Inspección	Referencias, especific. y criterios de aceptación	Formato de Registro	Notas
1.8	<u>Cartón prensado (crudo)</u> a) Identificación b) Ausencia de trazos de agua c) Dimensiones - Ancho - Longitud - Espesor	TT de acuerdo al plan de muestreo	Norma de calidad int. Formato de recepción	Formato de recepción	
1.9	Cables transpuestos a) Identificación b) Dimensiones - Ancho - Longitud c) Certificados de pruebas - Pruebas de aislamiento - Limite de fluencia	TT de acuerdo al plan de muestreo	Norma de calidad interna Lista de Inspección, certificados de pruebas y normas técnicas	Lista de Inspección	
1.10	Conductores de cobre a) Identificación b) Dimensiones - Ancho - Longitud c) Certificados de pruebas - Dureza - Limite de fluencia	TT de acuerdo al plan de muestreo	Norma de calidad int. Lista de Inspección, certificados de pruebas y normas técnicas	Lista de Inspección	
1.11	<u>Aislamientos moldeados</u> <u>salidas</u> (Collarines, moldeadas, etc.) a) Identificación b) Dimensiones c) Ausencia de trazos de agua o rasgaduras	100% TT	Norma de calidad Int. Formato de recepción	Formato de recepción	

Sec. No.	Características	Cantidad de Inspección	Referencias, especific. y criterios de aceptación	Formato de Registro	Notas
1.12	<u>Aislamientos maquinados</u> (listones, espaciadores, platos base, ) a) Identificación b) Dimensiones c) Ausencia de trazos de agua o rasgaduras	TT  de acuerdo al plan de muestreo	Planos  Formato de recepción	Formato de recepción	
1.13	<u>Anillos de protección de bobinas</u> a) Identificación b) Dimensiones - Diámetro interior - Diámetro exterior - Espesores c) Ausencia de trazos de agua o rasgaduras	100% TT	Planos  Formato de recepción	Formato de recepción	
1.14	Transformador de corriente  a) Identificación b) Inspección visual c) Dimensiones d) Reportes de pruebas	100% TT	Norma IEC 44-1 Lista de inspección	Formato de recepción	
1.15	Tanque del transformador  a) Identificación b) Limpieza c) Dimensiones	100% TT	Planos  Lista de inspección, planos y certificados de pruebas	Lista de inspección	
1.16	Intercambiadores de calor  a) Identificación b) Dimensiones c) Color	100% TT	Planos  Formato de recepción y certificados de pruebas	Formato de recepción	

ec. No.	Características	Cantidad de Inspección	Referencias, especific. y criterios de aceptación	Formato de Registro	Notas
1.17	<b>Ventiladores</b> a) Identificación b) Inspección visual de daños de transporte c) Reporte de pruebas	100% TT	Planos  Formato de recepción y certificados de pruebas	Formato de recepción	
1.18	<b>Radiadores</b> a) Identificación b) Color c) Dimensiones - Ancho - Longitud - Altura	100% TT	Planos  Formato de recepción	Formato de recepción	
1.19	<u>Bombas de circulación de aceite</u> a) Identificación b) Inspección visual de daños de transporte c) Placa de características	100% TT	Planos  Formato de recepción	Formato de recepción	
1.20	<u>Válvulas</u> a) Identificación b) Inspección visual de daños de transporte	TT  de acuerdo al plan de muestreo	Planos  Formato de recepción	Formato de recepción	
1.21	<u>Cables eléctricos</u> a) Identificación b) Dimensiones - Diámetro de aislamiento - Diámetro de cobre desnudo	TT  de acuerdo al plan de muestreo	Norma  Formato de recepción	Formato de recepción	



Sec. No.	Características	Cantidad de Inspección	Referencias, especific. y criterios de aceptación	Formato de Registro	Notas
1.22	Tablero de mando y control a) Inspección visual de daños de transporte. b) Reporte de pruebas (eléctricas y pintura) c) Dimensiones	100% TT	Planos  Formato de recepción y certificados de pruebas	Formato de recepción	
1.23	<u>Tablero de control de accesorios</u>  a) Identificación b) Reporte de pruebas (eléctricas y pintura) c) Dimensiones	100% TT	Planos  Formato de recepción	Formato de recepción	Verif. de la placa cuando sea aplicable.
1.24	Placa de características a) Identificación b) Dimensiones c) Conformidad de información	100% TT	Planos  Formato de recepción y plano de placa	Formato de recepción	
1.25	Relés a) Identificación b) Inspección visual de daños de transporte c) Reporte de pruebas d) Voltaje de operación	TT  de acuerdo al plan de muestreo	Espec. técnicas  Formato de recepción	Formato de recepción	
1.26	Sonda pirométrica a) Identificación b) Reporte de calibración	100% TT	Espec. técnicas  Formato de recepción	Formato de recepción	
1.27	<u>Tubo de ventilación contra explosiones</u> a) Identificación	TT  de acuerdo al plan de muestreo	Planos  Formato de recepción	Formato de recepción	

Sec. No.	Características	Cantidad de Inspección	Referencias, especific. y criterios de aceptación	Formato de Registro	Notas
1.28	Termómetros a) Identificación b) flexión de la sonda c) Indicadores de temperatura	TT de acuerdo al plan de muestreo	Espec. técnicas Formato de recepción y certificados de pruebas	Formato de recepción	
1.29	Indicador de nivel de aceite a) Identificación	100% TT	Espec. técnicas Formato de recepción y certificados de pruebas	Formato de recepción	
1.30	b) Dimensiones c) Reporte de calibración Pararrayos a) Identificación b) Daños de transporte c) Reporte de pruebas d) Dimensiones e) Placa de datos f) Color	100% TT	Espec. técnicas Formato de recepción	Formato de recepción	
1.31	Bornes a) Identificación b) Inspección visual de daños de transporte c) Medición de capacitancias d) Color de porcelana e) Resultados de pruebas f) Placa de datos	100% TT	Norma IEC 60137 Formato de recepción	Formato de recepción	
1.32	Placa acústica a) Identificación b) Inspección visual de daños de transporte	100% TT	Planos Formato de recepción	Formato de recepción	

Cuadro Nº 8.1



Sec. No.	Características	Cantidad de Inspección	Referencias, especific. y de aceptación	Formato de Registro	Notas
2	<b>ENSAMBLE DE NUCLEO</b>				
2.1	Vigas de yugo			Lista de Inspección	
	a) Identificación	100% O	Planos		Marcar el número de serie
	b) Dimensiones	100% O			
	c) Curvatura	100% O			
	d) Soldaduras	100% O			
	e) Pintura				
	- Espesor en mils	100% O			
2.2	Vigas de ensamblaje			Lista de Inspección	
	a) Dimensiones				
	- Curvatura	100% O	Planos y listas de inspección		
	- Longitud	100% O			
	b) Soldaduras (Ultra sonido)	Tercero certificado	Norma	Reporte de pruebas	
	c) Pintura				
	- Espesor	100% O	Planos		
2.3	Fierro laminado	100% O		Lista de Inspección	
	a) Dimensiones	100% O	Planos y listas de inspección		
	b) Libre de rebabas				
2.4	Núcleo apilado			Lista de Inspección	
	a) Dimensiones	100% O	Planos y listas de inspección		
	- Durante el apilamiento				
	b) Aterramiento	100% O			
	c) Prensado y dimensiones finales	100% O			
	d) Identificación	100% O			
2.5	<u>Comité de Inspección N° 2</u> "Núcleo antes de transferirse al taller de ensamble"		Planos y lista de inspección		Nro de serie

Cuadro N° 8.2

Sec. No.	Características	Cantidad de Inspección	Referencias, especific. y criterios de aceptación	Formato de Registro	Notas
3	<b>BOBINAS</b>				
3.1	Bobinas antes de secado			Lista de Inspección	
	a) Identificación	100% O	Planos		
	-Dimensiones de cilindros moldeados				
	b) Salidas inferiores	100% O	Planos y lista de inspección	Lista de Inspección	
	- Dimensiones				
	- Dobleces				
	- Identificación				
	- Aseguramiento				
	c) Soldaduras durante las operaciones de bobinado	Audidores semanales	Planos y lista de inspección	Lista de Inspección	
	d) Aislamientos	100% O	Planos y lista de inspección	Lista de Inspección	
	- Cilindros moldeados				
	- Anillos espaciadores				
	-Aislamientos de salidas				
	- Listones				
	- Soportes de bobinas				
	- Cintas de papel				
	e)Dimensiones y emplazamiento	100% O	Planos y lista de inspección	Lista de Inspección	
	- Radial				
	- Axial				
	-Ductos de refrigeración				
	f) Propiedades eléctricas	100% O	Planos y lista de inspección	Lista de Inspección	
	- Número de espiras				
	- Transposiciones				

Sec. No.	Características	Cantidad de Inspección	Referencias, especific. y criterios de aceptación	Formato de Registro	Notas
3.2	g) Salidas superiores - Longitud - Identificación - Dobleces - Aseguramiento	100% O	Planos y lista de inspección	Lista de Inspección	Cuando se requiera
	h) Continuidad entre conductores paralelos	100% O	Planos y lista de inspección	Lista de Inspección	
	<u>Bobinas después del secado</u>			Lista de Inspección	
	a) Altura después de ajuste	100% O	Planos		
	b) listones y piezas de cartón y madera	100% O	Planos		
	c) Prueba de aislamiento después del prensado	100% O	Planos		
3.3	d) Anillos de relleno	100% O	Planos		
	e) Dimensiones y emplazamiento - Ductos externos	100% O	Planos		
	Comité de inspección N° 1 "Verificación de bobinas antes de su transferencia a la línea de ensamble"		Planos y lista de inspección		

Cuadro N° 8.3

Sec. No.	Características	Cantidad de Inspección	Referencias, especific. y criterios de aceptación	Formato de Registro	Notas
5	<b>ARMADO DEL TANQUE</b>				
5.1	Tanque		Planos y lista de inspección	Lista de Inspección	
	a) Identificación	100% O			
	b) detalles de montaje	100% O			
	c) Soldaduras				
	- prueba de hermetismo	100% TT	Planos y de norma calidad interna		
	d) Pintura				
	- Espesor	10 puntos TT	Norma ABNT NBR 10443		
	- Adhesión	1 prueba TT	Norma ASTM D 3359-02		
5.2	<b>Tapa</b>		Planos y lista de inspección	Lista de Inspección	
	a) Identificación	100% O			
	b) Detalles de ensamble	100% O			
	c) Soldadura				
	-Prueba de hermetismo	100% TT	Planos y de norma calidad interna		
	d) Pintura				
	- Espesor	10 puntos TT	Norma ABNT NBR 10443		
	- Adhesión	1 prueba TT	Norma ASTM D 3359-02		
	e) Reportes de pruebas de transformadores de corriente	100% TT	Norma ANSI C57.13		
	- Continuidad				
	- Polaridad				
	- Relación				

Cuadro Nº 8.4

Sec. No.	Características	Cantidad de Inspección	Referencias, especific. y criterios de aceptación	Formato de Registro	Notas
5.3	<b>Conservador</b> a) Identificación b) Detalles de montaje c) Soldaduras - Prueba de hermetismo d) Pintura - Espesor - Adhesión	100% O 100% O 100% TT 10 puntos TT 1 prueba TT	Planos y norma de calidad interna Norma ABNT NBR 10443 Norma ASTM D 3359-02	Lista de Inspección	
5.4	<u>Cúpulas</u> a) Identificación b) Detalles de ensamble c) Soldaduras - Prueba de hermetismo d) Pintura - Espesor - Adhesión	100% O 100% O 100% TT 100% O 10 puntos TT 1 prueba TT	Planos Planos Planos y norma de calidad interna Planos Norma ABNT NBR 10443 Norma ASTM D 3359-02	Lista de Inspección	

Sec. No.	Características	Cantidad de Inspección	Referencias, especific. y criterios de aceptación	Formato de Registro	Notas
5.5	<b>Montaje de tanque</b>			Lista de Inspección	
	a) Tuberías				
	- Dimensiones	100% O	Planos		
	- Tolerancias	100% O	Planos		
	- Identificación	100% O	Planos		
	- Prueba de hermetismo	100% TT	Planos y norma de calidad interna		
	b) Integridad de Soldaduras				
	- Prueba de hermetismo	100% TT	Planos y norma de calidad interna		
	c) Pintura				
	- Retocado	100% O			
	d) Conformidad de ensamble	100% O	Planos		
5.6	Comité de inspección Nro 3 "Verificación de tanque y tapa antes de su transferencia al ensamble final"			Lista de Inspección	

Cuadro N° 8.5

Sec. No.	Características	Cantidad de Inspección	Referencias, especific. y criterios de aceptación	Formato de Registro	Notas
6	<b>PARTE ACTIVA</b>				
6.1	Listones y piezas para el pre-ensamble		Planos	Lista de Inspección	Cuando sea requerido
	a) Dimensiones	100% O			
	b) Conformidad	100% O			
6.2	<b>Antes de prensado</b>			Lista de Inspección	
	a) Altura	100% O	Planos		
	b) Verticalidad del núcleo	100% TT	Planos norma calidad interna	y de	
	c) Prueba de aislamiento antes y después de la colocación de la banda de asecond.	100% TT	Planos norma calidad interna	y de	
	d) Aislamiento de yugo inferior	100% O	Planos		
	e) Dimensiones	100% O	Planos		
	- Cilindro				
	- Bobinas				
	f) Aislamiento de yugo superior	100% O	Planos		

Cuadro Nº 8.6

Sec. No.	Características	Cantidad de Inspección	Referencias, especific. y criterios de aceptación	Formato de Registro	Notas
6.3	Después de prensado			Lista de Inspección	
	a) Dimensiones - Nivel del bloque - Ajuste de piezas	100% O	Planos		
	b) Revisión de aislamiento	100% O	Planos		
	c) Soldaduras	Auditoria semanal	Normas de soldadura		
	d) Crimping	Auditoria semanal	Normas de calidad interna		
	e) Ajuste de listones y piezas de cartón y madera	100% O	Planos		
	f) Tubos de apantallamiento - Detalles de montaje - Conformidad	100% O	Planos		
	g) Conmutador - <b>Contactos</b> - Conexiones	100% O	Planos		
	h) Mediciones eléctricas - Prueba de relación - Medición de resistencias	100% TT	Norma IEC 60076-1		
	i) Prueba de campo de dispersión	100% TT	Norma de calidad interna		
	j) Aterramiento - Identificación - prueba con megger.	100% TT	Norma de calidad interna		
6.4	Comité de inspección Nro 5 "Verificación de parte activa antes de su secado"			Lista de Inspección	

Cuadro N° 8.7



Sec. No.	Características	Cantidad de Inspección	Referencias, especific. y criterios de aceptación	Formato de Registro	Notas
8	<b>ENSAMBLE FINAL</b>				
8.1	Encubado			Lista de Inspección	
	a) Apriete de piezas	100% O	Planos		
	b) Posiciones del conmutador	100% O	Planos		
	c) Limpieza de la parte activa	100% O	Norma de calidad interna		
	d) Verificación del aislamiento del núcleo	100% O	Planos		
	e) Distancia de conexiones eléctricas al tanque	100% O	Planos		
	f) Prueba de aislamiento de núcleo (antes y después de la instalación de la tapa)	100% TT	Norma de calidad interna		
	g) Soldaduras de tapa	100% TT	Norma de calidad interna		
	h) Horizontalidad de tapa	100% O			
	i) Temperatura de núcleo	100% TT	Norma de calidad interna		
8.2	Vació			Lista de Inspección	
	a) Humedad	100% TT	Norma de calidad interna		
	b) Calculo de presión	100% TT			
	c) Duración	100% O			
8.3	Rellenado de aceite			Lista de Inspección	
	a) Propiedades del aceite	Mensualmente, Lab. de aceite	Norma IEC 60296		
	b) Humedad en el aceite	Mensualmente, Lab. de aceite	Norma IEC 60296		
	c) Prueba de hermetismo	100% TT	Norma de calidad interna		
	d) Verificación de placa de características	100% TT	Planos		
	e) Verificación de accesorios	100% O	Planos		

Sec. No.	Características	Cantidad de Inspección	Referencias, especific. y criterios de aceptación	Formato de Registro	Notas
8.4	Tablero de control y accesorios a) Conformidad de planos b) Prueba de aislamiento - Cableado - Transformadores de corriente c) Prueba de funcionamiento d) Accesorios eléctricos - Pérdidas auxiliares e) Termómetros y probetas f) Mecanismos de mando - Conmutadores	100% O 100% TT 100% TT 100% TT 100% TT	Norma calidad interna Planos Norma calidad interna Planos	Lista de Inspección de de de	
8.5	Preparación para pruebas a) Aterramiento b) Limpieza c) Nivel de aceite	100% TT y O 100% O 100% O	Norma calidad interna planos Norma calidad interna Planos	Lista de Inspección de y de	
8.6	Comité de inspección Nro 7 "Verificación de unidad completa antes de pruebas"			Lista de Inspección	

Cuadro N° 8.8

Sec. No.	Características	Cantidad de Inspección	Referencias, especific. y criterios de aceptación	Formato de Registro	Notas
9	<b>PRUEBAS FINALES</b>				Conformidad de pruebas por el diseñador eléctrico y representante del cliente
La siguiente es una lista de pruebas típicas de acuerdo a normas ANSI. De acuerdo a la información del cliente puede variar					
9.1	Tratamiento de aceite				
9.2	<u>Pruebas Eléctricas.</u>		Normas IEC 60076 (1-10) ó Normas ANSI 57.12.90	Protocolos de pruebas	
	a) Medida de la Resistencia de las bobinas	100% TT			
	b) Medida de la relación y grupo	100% TT			
	c) Prueba de impulso no disruptivo - Onda completa - Onda cortada	100% TT			
	d) Prueba de impulso disruptiva por conmutación	100% TT			
	e) Prueba de tensión aplicada a frecuencia industrial	100% TT			
	f) Prueba de tensión inducida y descargas parciales	100% TT			Normas ANSI C63.1 , NEMA 107
	g) Calentamiento  - Análisis de gases disueltos - Sobrecarga	100% TT			Normas ANSI C57.104

Sec. No.	Características	Cantidad de Inspección	Referencias, especific. y criterios de aceptación	Formato de Registro	Notas
	h) Medición de pérdidas en vacío y corriente de excitación - a voltaje nominal  i) Medición de pérdidas en carga y de la impedancia - A tensión nominal  j) Medición del nivel de ruido  k) Medición de impedancia a secuencia cero  l) Medición del factor de potencia  m) Prueba de aislamiento entre tanque y bobinas (megger)	100% TT  100% TT  100% TT  100% TT  100% TT  100% TT	Norma IEC 60551		NEMA TR-1- 9.04

Cuadro Nº 8.9

Sec. No.	Características	Cantidad de Inspección	Referencias, especific. y criterios de aceptación	Formato de Registro	Notas
10	<b>INSPECCION FINAL, DESMONTAJE Y EMBALAJE</b>				
10.1	<u>Desmontaje y embalaje</u>			Lista de Inspección	
	a) Desmontaje	100% O	Planos e instrucciones de transporte		
	b) Identificación de partes desmontadas	100% O			
	c) Verificación del nivel de aceite y presión de nitrógeno en el tanque principal.	100% TT	Planos		
	d) Verificación de elementos para izado y transporte	100% O	Planos e instrucciones de transporte		
	e) Empaquetado y encajonado	100% O	Planos e instrucciones de transporte		
	f) Prueba de humedad de cajas	100% TT	Norma de calidad interna		
	g) Aislamiento de núcleo	100% TT	Norma de calidad interna		
	h) Retoque de pintura	100% O			
	i) Instalación del registrador de impactos	100% O	Planos		
10.2	<u>Inspección final</u>			Lista de Inspección	
	a) Revisión de todas las listas de inspección		Norma de calidad interna		
	b) Revisión de las observaciones del cliente		observaciones del cliente		
10.3	<u>Comité de inspección No 8, "Unidad antes del transporte"</u>			Lista de Inspección	

Cuadro N° 8.10

### VERIFICACIÓN PERIODICA DE PROCESOS

Proceso a verificar	Responsable	Formato	Referencias	Frecuencia
<b>Aceite</b> Verificación completa de: - Rigidez dieléctrica - Contenido de agua - Factor de potencia - Análisis de gases disueltos - Conteo de partículas	Laboratorio técnico + consultor técnico		ASTM D-1816 <b>(rigidez dieléctrica)</b>  CEI 156 <b>(rigidez dieléctrica)</b>  ASTM D-1533 (cont. agua) ASTM D-3612 (cont. gases)	ejecutado en cada unidad           Cada recepción (1)
Contenido de PCB	Laboratorio técnico			
<b>Secado</b> - Humedad del material	Laboratorio técnico			
Certificación del horno	Consultor técnico			
Corte de placas de fierro de grano orientado	Operador			Continuo
Cobre, detector de rebabas	Operador			Continuo
<b>Soldaduras (acero)</b> - Verificación del proceso	Técnico de pruebas			Cada soldador por lo menos una vez al año
<b>Soldadura (cobre)</b> - Verificación del proceso	Técnico de pruebas			Cada soldador por lo menos una vez al año

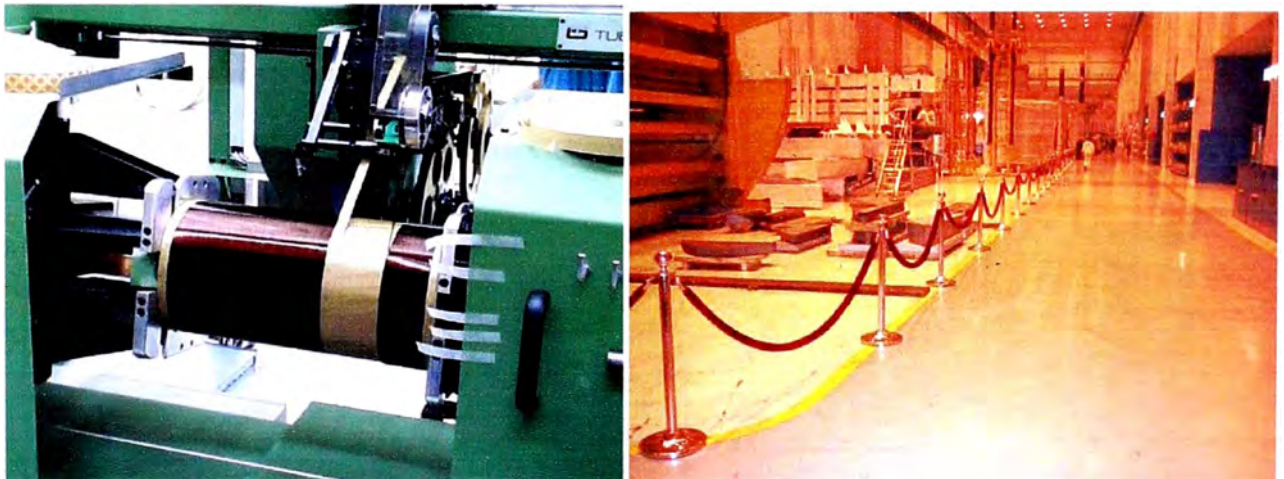
(1) también ejecutar cada dos semanas

**Cuadro Nº 8.11**

## CAPITULO IX

### BUENAS PRÁCTICAS Y MALAS PRÁCTICAS, FOTOS DE ALGUNAS FÁBRICAS DE TRANSFORMADORES.

Fotos dicen mas que palabras, por eso a continuación muestro una colección de fotos que hablan por si mismas.



**Figura N° 9.1 y Figura N° 9.2.** *Buenos ejemplos de aplicación de 5S –estación de trabajo limpia y área de transporte bien definida, causan buena impresión*

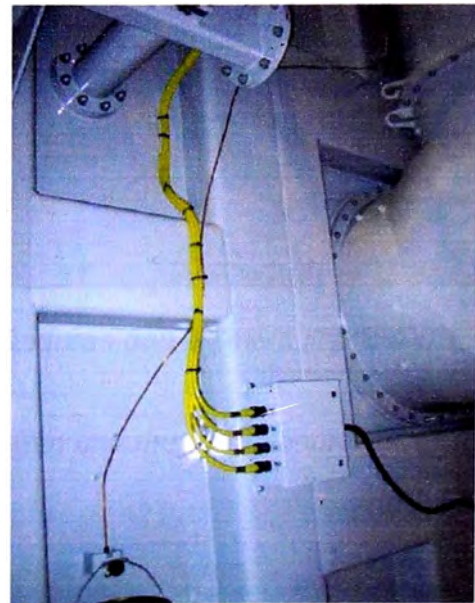
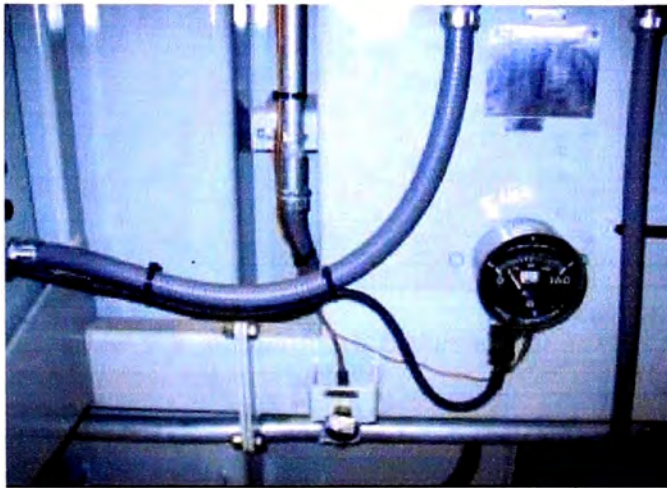




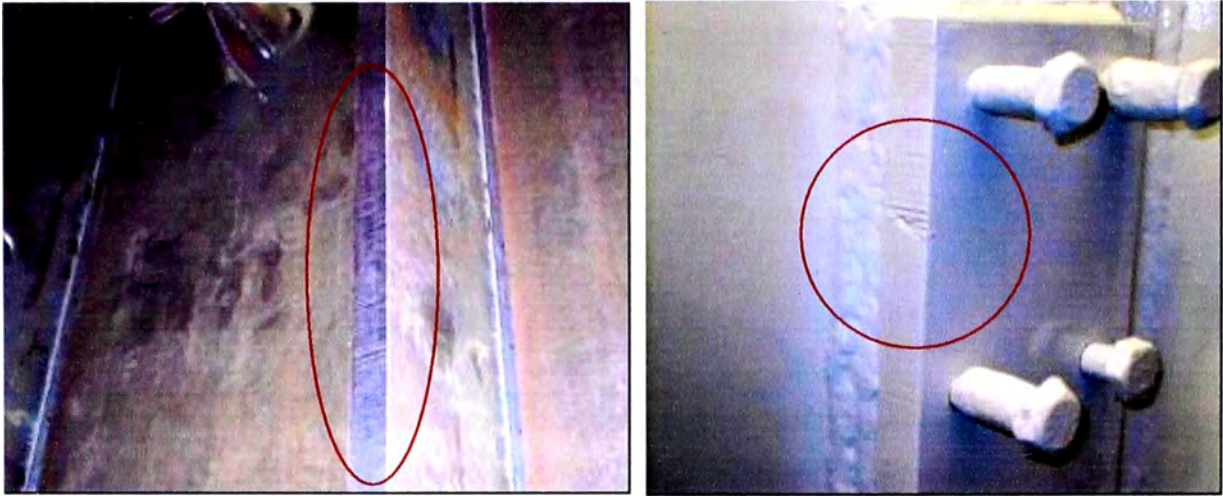
**Figura N° 9.3 (Izquierda).** Buena practica – La brida ciega de aluminio de la foto puede haber costado un poco mas que una brida ciega de acero, pero es seguro que da una impresión mas profesional

**Figura N° 9.4 (Derecha).** En la industria de transformadores, el número de serie es importante. No es suficiente tener el número de serie en la placa del transformador, pues esta puede perderse. La foto muestra una buena práctica en Varennes, Canadá, el número de serie es soldado en el tanque porque:

- Normalmente cuando el transformador va ha pruebas , no tiene todavía puesta la placa
- La placa puede perderse durante el transporte.

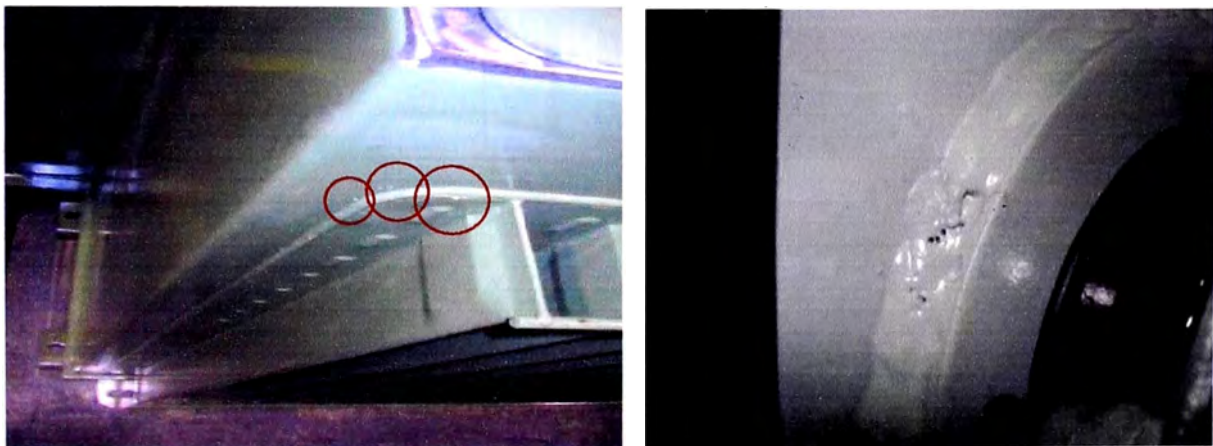


**Figuras N° 9.5 y N° 9.6.** El cableado del termómetro y los demás cables debieron conectarse como lo establecen las instrucciones de trabajo, con dobleces de 90 grados y derechos entre dobleces. Estas fotos muestran pobres prácticas.



**Figura N° 9.7** (izquierda). Esta foto muestra un tanque de un transformador de potencia antes de ser pintado con el borde de una de sus vigas muy rugosa. Esto da una mala impresión aun después de pintado.

**Figura N° 9.8** (Derecha). Bordes ásperos. Normalmente bordes ásperos son causados por una velocidad de corte errada o una herramienta que no tiene filo.



**Figura N° 9.9** (Izquierda.). Salpicaduras en las soldaduras dan un mala impresión y deberían ser prohibidas.

**Figura N° 9.10** (Derecha). Poros en las soldaduras dan una muy mala impresión





**Figura N° 9.11 (Izquierda).** Buena practica – Una impresión contemporánea para el cliente – En la recepción hay una pantalla plana con el mensaje “bienvenido” y el nombre del cliente y debajo hay un layout de la fabrica

**Figura N° 9.12 (Derecha).** Todas las instalaciones deben mostrar al cliente que la empresa se esfuerza por ser una empresa de clase mundial, mostrando una cultura de limpieza y grandes ambiciones; Por esto estas, deben ser mantenidas limpias y ordenadas. La foto muestra una mala práctica



**Figuras N° 9.13 y N° 9.14.** Percepción del cliente: Salas para el cliente y sus consultores y técnicos. Área de recreación una maquina de café, una oficina para invitados y una ducha.

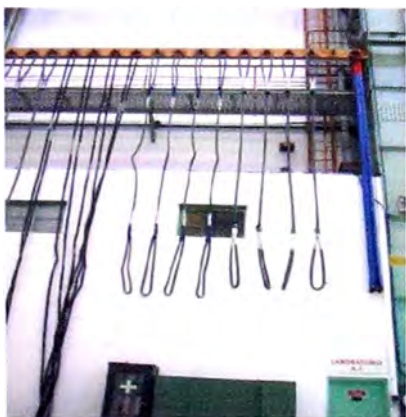


**Figura N° 9.15** . Se muestra la sala de pruebas de una planta; esta da una pobre impresión necesita limpieza, pintura y orden.

### **9.1 BUENAS PRÁCTICAS Y MALAS PRÁCTICAS – ARREGLO DE TALLERES.**



**Figura N° 9.16 y Figura N° 9.17.** Líneas demarcatorias en el piso hacen fácil mantener el orden



**Figura N° 9.18 (Izquierda).** Buena practica, estrobos están colgados en excelente orden.



**Figura N° 9.19 (Derecha)** Mala practica en otra planta.





**Figura N° 9.20 (Izquierda).** Buena practica, una mesa de madera, no contamina y es fácil de mantener limpia.

**Figura N° 9.21 (Derecha).** Buena practica, Un sistema organizado de despacho de pemos.

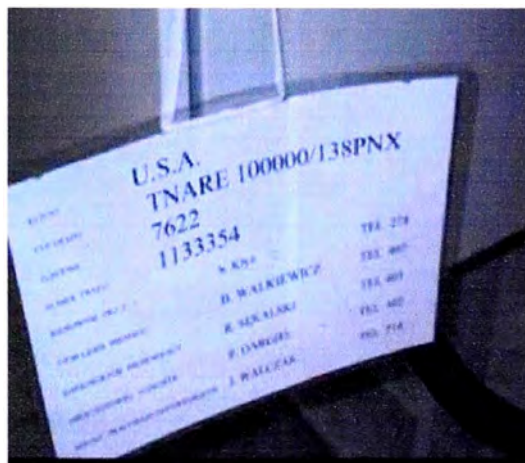


**Figura N° 9.22** No debe permitirse el rozamiento de piezas de metal con metal. En la foto se ve que hubo fricción entre el carrete de cobre y la maquina bobinadora las escamas producidas son un riesgo de contaminación para las bobinas y puede conducir a una falla en pruebas

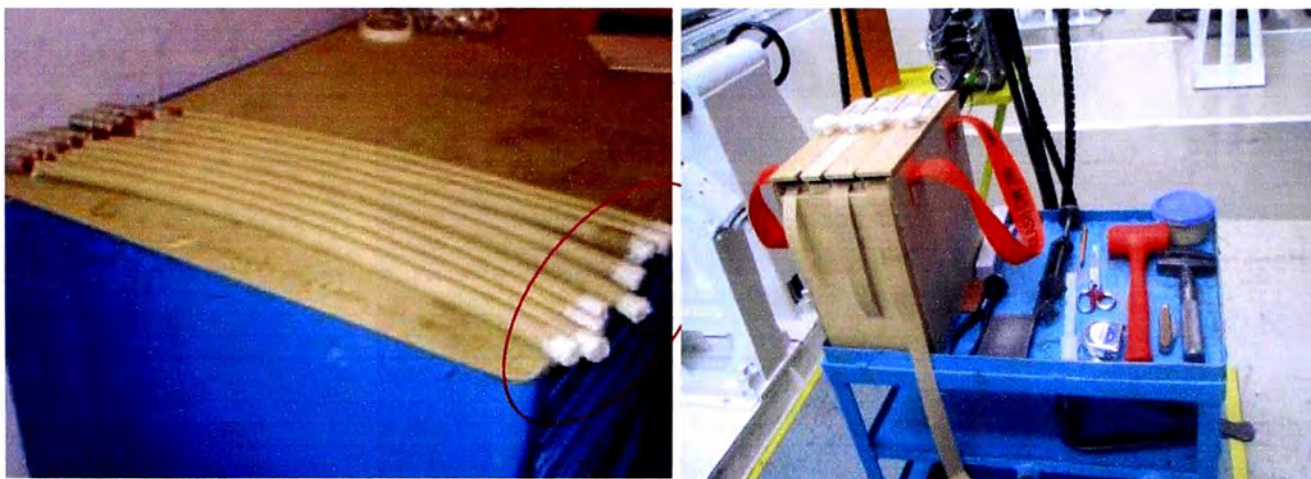


**Figura N° 9.23.** A todas las vigas de soporte deben soldársele tapas, pues pueden servir de basureros o almacenes de cachivaches. Esta foto fue tomada en el 2004.

## 9.2 BUENAS PRÁCTICAS Y MALAS PRÁCTICAS EN FABRICACIÓN.



**Figura N° 9.24** Buena practica. Una tarjeta como la que se muestra es adjuntada a cada unidad en fabricación, indicando la persona de contacto – si alguien tiene preguntas o necesita ayuda para entender los planos o instrucciones.



**Figura N° 9.25 (Izquierda).** Buena practica, para prevenir que piezas pequeñas de cobre contaminen, los cables están siempre cubiertos con cinta.

**Figura N° 9.26 (Derecha).** Buena practica – una caja para las cintas de aislamiento (de modo que siempre están limpias)



**Figuras N° 9.27 y N° 9.28.** Pobre practica, Esta no es la forma correcta de almacenar el fierro silicoso, esto puede específicamente incrementar las pérdidas en el fierro. (Si se desea guardar temporalmente el fierro silicoso tal como se muestra debe insertarse un tubo para prevenirse la deformación. La Distorsión del núcleo de acero incrementa las pérdidas en el fierro)





**Figura N° 9.29.** Buena practica, las soldaduras han sido firmadas por el operario responsable de la operación. Ver también la figura N° 4.16

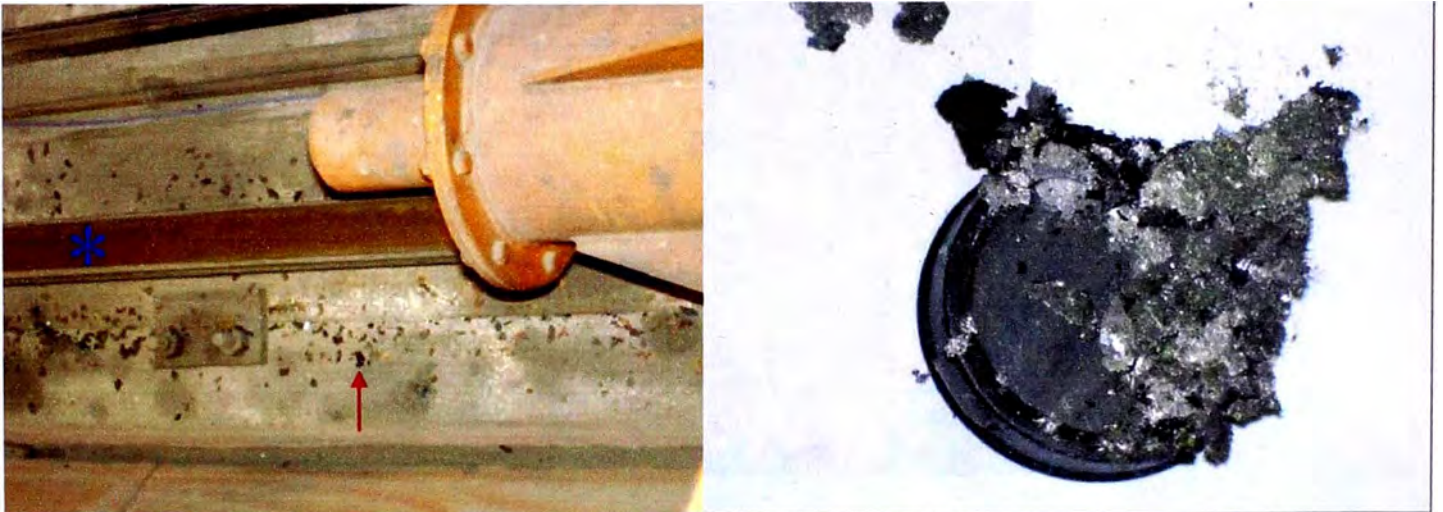


**Figura N° 9.30** Pobre practica – Una empaquetadura almacenada entre cajas de pernos que pueden contaminarla o causarles daños de modo tal que después se origina una fuga de aceite. Las empaquetaduras deben ser guardadas con los cuerpos planos y limpios.

### 9.3 BUENAS PRACTICAS Y MALAS – ORDEN Y LIMPIEZA, 5S

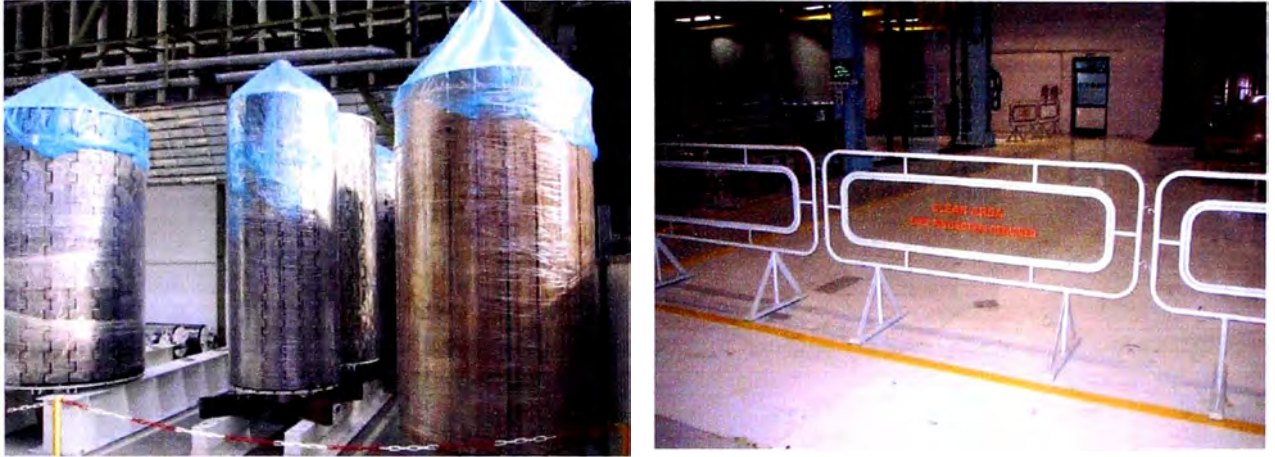


**Figura N° 9.31.** *Inevitable pero muy peligroso. Grúas puente generan pequeñas escamas de fierro cuando sus ruedas friccionan con las rieles.*



**Figura N° 9.32 (Izquierda).** *Pequeñas escamas de fierro han caído de la riel de una grúa puente (marcada con un \* azul) sobre el concreto de las vigas La flecha roja muestra La flecha muestra una escama.*

**Figura N° 9.33 (Derecha).** *Escamas de fierro recolectadas con un imán*



**Figuras N° 9.34 y N° 9.35.** Buena practica: Moldes de bobinado cubiertos con plastico y defensas de fierro con un diseño moderno y con resina acrilica



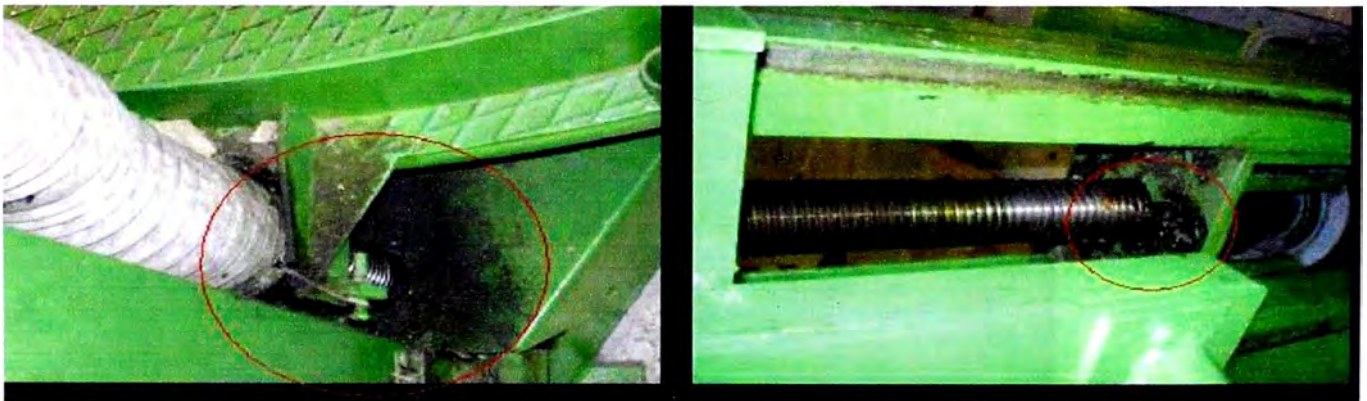
**Figura N° 9.36.** Las cajas de almacenamiento deben estar limpias, especialmente de partículas metálicas.

Esta foto muestra una canasta con suciedad e incluso con pequeñas piezas de cobre.





**Figura N° 9.37.** *Papel lija y material aislante limpio, nunca deben ser mezclados. Esto debe ser explicado en la Escuela de Calidad.*



**Figuras N° 9.38 y N° 9.39.** *Mala practica – Las maquinas de bobinado tienen mucha grasa que finalmente colecta suciedad y eventualmente contaminará una bobina.*



**Figura N° 9.40 (izquierda).** *Orden y limpieza y percepción del cliente van juntos. La foto no da una buena impresión. Es urgente aplicar las técnicas del 5S. Note la cigarrera con la colilla de cigarro –a pesar de que en toda la planta esta prohibido fumar*

**Figura N° 9.41.** *Pobre práctica e la sala de generadores. Piezas viejas (chatarra) han sido olvidadas, dando una mediocre imagen*



**Figura N° 9.42 y Figura N° 9.43** Justo afuera de la empresa, se aprecia la chatarra, la suciedad y el desorden. Esto no concuerda con una imagen de calidad.



**Figura N° 9.44.** Ningún equipo viejo puede ser tolerado afuera de las instalaciones, Pues la idea es dar una imagen de orden, limpieza y eficiencia a los clientes.





**Figura N° 9.46 y Figura N° 9.47** Antes (Izquierda) y después (derecha)  
Ejemplo de implementación de 5S

#### 9.4 BUENAS Y MALAS PRACTICAS EN CALIDAD



**Figura N° 9.47.** Todos los instrumentos de medida importantes para el proceso deben estar calibrados y deben de tener una etiqueta que indique su fecha de calibración. Equipos de medida que son usados solo para información, no necesitan estar calibrados y deben tener una etiqueta que diga “calibración no requerida” o algo parecido.



**Figura N° 9.48** (Izquierda). La foto muestra una oficina desordenada, desorganizada. Esto no concuerda con una cultura de calidad, limpieza y eficiencia.

**Figura N° 9.49** (Derecha). Buena practica. Esta oficina da la impresión de calidad, eficiencia y organización.



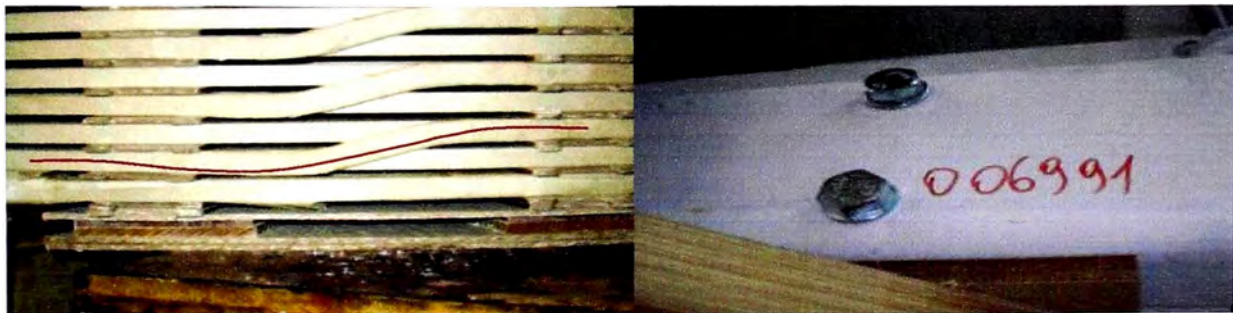
## 9.5 BUENAS PRACTICAS Y MALAS – FALTA DE COMPETENCIA

Este subtítulo se ha llamado “Falta de competencia” pero alternativamente también se pudo llamar “falta de destreza” ó “la Dirección no proveyó la capacitación suficiente o adecuadamente”.



**Figura N° 9.50 (Izquierda).** Una bobina de alta tensión, tiene el ducto de refrigeración cubierto por una cinta adhesiva

**Figura N° 9.51 (Derecha).** Una bobina de Alta tensión que no fue bobinada con suficiente tensión.



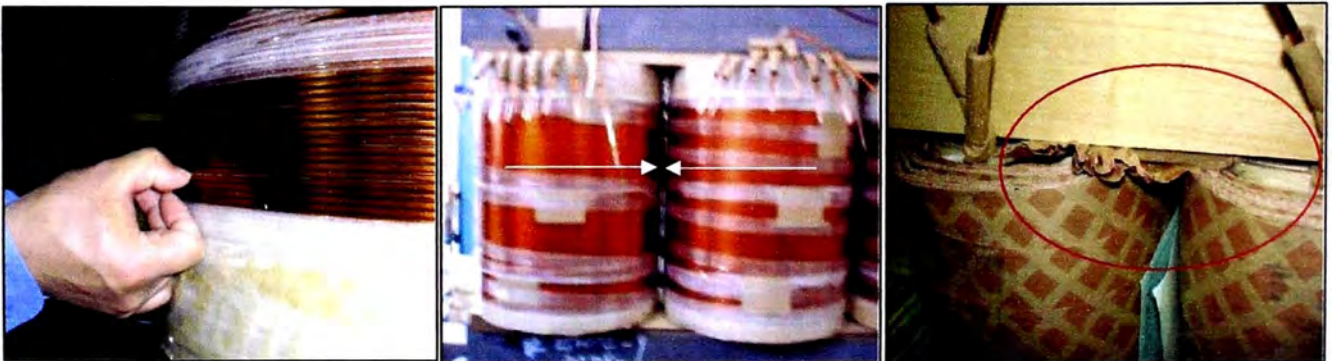
**Figura N° 9.52 (Izquierda).** El cruce tiene un sobre-doblado (indicado con una línea roja); de modo que hay un riesgo de que se acerque demasiado al disco debajo y efectúe un efecto tijera, cortando el aislamiento cuando la bobina sea prensada.

**Figura N° 9.53 (Derecha).** La figura muestra pernos galvanizados usados dentro del transformador. Esto está prohibido, porque la capa de zinc puede desprenderse del perno, creando una peligrosa contaminación.



**Figura N° 9.54 (Izquierda).** El Terminal ha sido mal seleccionado, es muy grande para el conductor usado; esto hace que no haya una adecuada conductividad en esta conexión.

**Figura N° 9.55 (Derecha).** La arandela (marcada con una flecha blanca) entre la tuerca y el Terminal es plana y no hay medios para trabar la tuerca. Como sabemos – todas las tuercas deben ser trabadas.



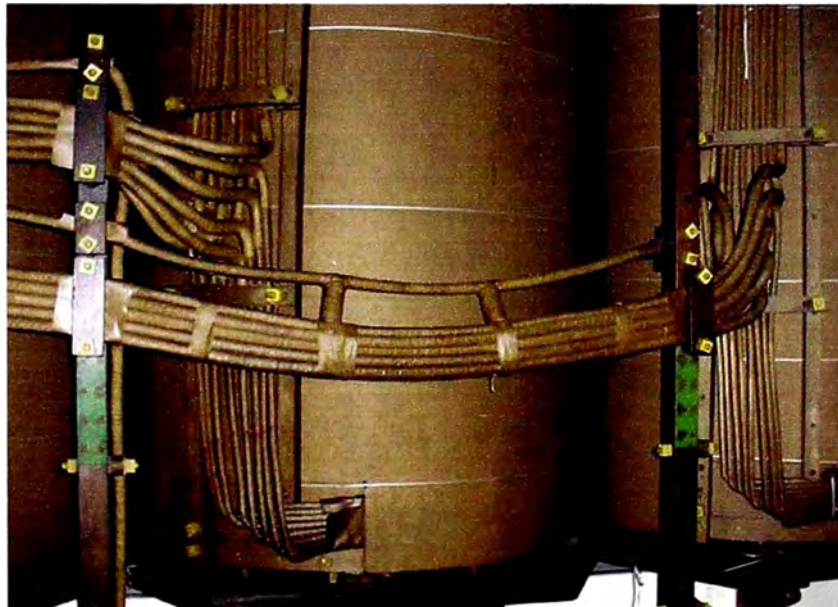
**Figura N° 9.56 (Izquierda).** Una bobina de alta tensión que tiene las espiras tan flojas que pueden moverse con los dedos.

**Figura N° 9.57 (Medio).** Bobinas de alta tensión con dimensiones radiales desiguales, esto hace que las distancias entre fases este fuera de tolerancias. También hay un riesgo de que el esmalte del alambre de las bobinas se dañe durante el montaje o cuando se coloque la barrera entre fases.

**Figura N° 9.58 (Derecha).** Trabajos como el de esta foto no deben ser permitidos. Demuestra una falta de conocimiento por falta del operario.



**Figura N° 9.59** *Una herramienta inadecuada esta siendo usada para prensar los conectores. Esta herramienta al no estar diseñada para la función genera sobreesfuerzo que a su vez genera desprendimiento de material, contaminando la parte activa*



**Figura N° 9.60.** *Un transformador rechazado por el comité de inspección especial. Los conductores están encorvados. Esto es peligroso porque las distancias de aislamiento pueden ser menores que las previstas en el diseño. Los conductores deben estar siempre rectos y ajustados, esta foto muestra la importancia de reajustar todas las tuercas una vez que transformador haya salido del horno.*



## 9.6 BUENAS PRACTICAS Y MALAS – 5S, FOTOS DEL ANTES Y DESPUÉS



Figuras Nº 9.61 y Nº 9.62 Taller de bobinado, antes y después.

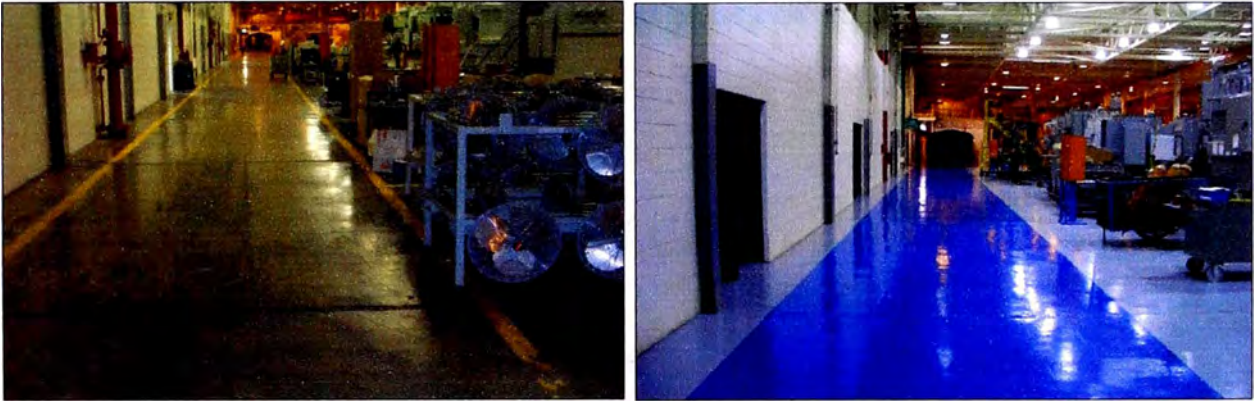


Figuras Nº 9.63 y Nº 9.64. Taller de preparación de aislamientos, antes y después.



Figuras Nº 9.65 y Nº 9.66. Taller de preparación de TCs.

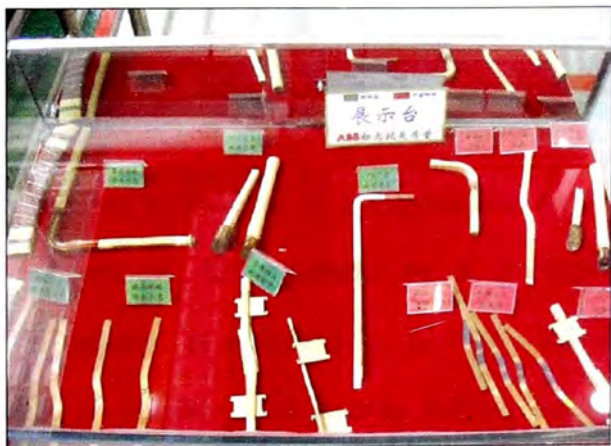




**Figuras N° 9.67 y N° 9.68.** Área de pruebas de hermetismo, antes y después.



**Figuras N° 9.69 y N° 9.70.** Caja de herramientas, antes y después



**Figuras N° 9.71 y N° 9.72.** Buena practica. Reglas claras con ejemplos y disponibles.

## CONCLUSIONES

Implantar un programa de calidad, puede verse como difícil de llevar a cabo. No obstante, esto puede ser alcanzado con determinación paciencia y perseverancia.

Toda obra emprendida por el hombre lleva en sí la semilla del éxito, está acompañada de una visión y la anima un propósito de logro. En el camino, cada ser humano encontrará satisfacciones y dificultades; momentos de euforia y también desánimo; escuchará elogios y críticas; tendrá aciertos y errores, todo ello como parte del proceso creativo. Terminada la obra, se sienta a contemplar el resultado desde diferentes ángulos; en algunos momentos con mirada autocrítica, en otros con benevolencia, pero siempre sacando "lecciones aprendidas".

Los procesos de cambio en busca de la excelencia, la calidad y la competitividad son también obras humanas que apoyadas en tecnología y herramientas, están orientadas a conseguir **resultados económicos**. El resultado es el principal requisito de calidad para nuestro cliente interno: el empresario. El que estos resultados concuerden con nuestra visión y misión y, al mismo tiempo estén alienados con nuestros objetivos estratégicos, dependerá de una serie de factores que he tratado de abarcar en este informe.

Los temas que he tocado en el presente informe abarcan desde marcos teóricos, análisis y reflexiones hasta experiencias y herramientas vinculadas a LOS



RESULTADOS DE LA CALIDAD, exponiendo las lecciones aprendidas en el camino de implementar programas de calidad en la industria peruana.

Finalmente como cada compañía es única, distinta a la otra – por lo que no sirven las copias o programas de texto o manual - ¡cree, invente , desarrolle su propio programa de calidad! , ¡Lidere con perseverancia , con paciencia, con determinación; involucre y comprometa en ello a una masa critica de gerentes, profesionales, mandos medios y personal operativo!.



## **APENDICE**

- **Normas de fabricación y pruebas**

Los transformadores deben cumplir con requisitos, valores y procedimientos prescritos en normas. A continuación indico las mas importantes.

- IEC 60050 – 421      Internacional electrotechnical vocabulary, Chapter 421:  
Power transformers and reactor.
- IEC 60078            Basic environmental testing procedures
- IEC 60076 – 1        Power transformer Part 1 – General
- IEC 60076 – 2        Power transformer Part 2 – Temperature rise
- IEC 60076 – 3        Power transformer Part 3 – Insulations levels and  
dielectric tests
- IEC 60076 – 5        Power transformer Part 5 – Ability to withstand short  
circuit
- IEC 60076 – 8        Power transformer Part 8 – Application guide
- IEC 60085            Evaluation and classification of electricla insulation
- IEC 60137            Bushing for alternating voltages above 1000 V
- IEC 60296            Specification for unused mineral insulation oils for  
transformer and switchgear
- IEC 60354            Loading guide for oil-inmersed power transformers
- IEC 60410            Sampling plans and procedures for inspection by  
attributes

- IEC 60507 Artificial pollution test on high-voltage insulators to be used
- IEC 60551 Determination of transformer and reactor sound level
- IEC 60815 Guide for the selection of insulator in respect of polluted
- ANSI C57-12.00 General requirements for liquid immersed distribution, power and regulation transformer
- IEC 60529 Degrees of protection provided by enclosures ( IP code).
- ASTM 3359 Standars test methods for measuring adhesion by tape test
- ASTM 2247-92 Standar practice for testing water of coatings in 100% relative humidity
- ASTM B117-94 Standar practice for operating salt spray (fog) testing apparatus
- ISO 21968 Non-magnetic metalleics coatings on metallic - measurement of coating thickness
- ISO 4987 Steel castings – penetrant inspection
- ISO 4993 Steel castings – radiographic inspection
- ASTM D-1533 Test method for water in insulating liquids (karl fisher reaction method)
- ASTM D877 Test method for dielectric breakdown voltage of electrical insulating liquids using disk electrodes.
- ASTM D-974 Test method for neutralización number by color indicator

- ASTM D-971 Test method for interfacial tension of oil against water by the ring method.
- ASTM D924 Test method for A-C loss characteristics and relative permittivity of electrical insulation.

Las normas señaladas no excluyen otras que aseguren una calidad igual o superior.

## **APENDICE 2**

A continuación adjunto algunos modelos de listas de inspección. También son llamadas cartas six sigma, en alusión a la filosofía de gestión de calidad Six Sigma.