

IMPLEMENTACIÓN DE POKA YOKES Y JIDOKAS EN LA LINEA DE ENSAMBLE  
Y CABLEADO DE SCHNEIDER ELECTRIC - COLOMBIA

ENFOCADO A LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS EN LAS ACTIVIDADES DE  
ALISTAMIENTO

PRESENTADO POR

JHONATHAN ALEXANDER SÁNCHEZ CARDONA

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
INGENIERÍA INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD ECCI  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTA D.C.

2015

IMPLEMENTACIÓN DE POKA YOKES Y JIDOKAS EN LA LINEA DE ENSAMBLE  
Y CABLEADO DE SCHNEIDER ELECTRIC - COLOMBIA

ENFOCADO A LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS EN LAS ACTIVIDADES DE  
ALISTAMIENTO

PRESENTADO POR

JHONATHAN ALEXANDER SÁNCHEZ CARDONA

DIRECTOR

MG. JAIRO ROMERO MARTÍNEZ

UNIVERSIDAD ECCI  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTA D.C.

2015

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bogotá D.C. Agosto de 2015

## **DEDICATORIA**

El éxito de mi carrera profesional y los resultados de este proyecto de grado se lo dedico a Dios, gracias a su voluntad esto ha sido posible.

A mi esposa quien con su amor, paciencia y apoyo logre tener la convicción y compromiso de culminar con éxito mi carrera profesional.

A mis padres y mi hermano, quienes me acompañaron y apoyaron constantemente durante los primeros pasos de mi carrera profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi tutor Jairo Romero Martínez, quien siempre confió en mí potencial profesional, me exigió un mejor desempeño y guio exitosamente mi proyecto de grado.

A la Universidad ECCI, institución que me abrió sus puertas, me brindo un cálido ambiente de conocimiento e hizo de mí un profesional exitoso.

## Tabla de Contenido

1. TITULO DE LA INVESTIGACIÓN .....	12
2. INTRODUCCIÓN .....	13
3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	14
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	15
4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
5. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
5.1 JUSTIFICACIÓN.....	17
5.2 DELIMITACIÓN .....	18
6. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
6.1 MARCO TEÓRICO .....	20
6.2 MARCO CONTEXTUAL .....	23
6.3 MARCO CONCEPTUAL.....	24
6.4 MARCO LEGAL.....	27
6.4.1 MARCO LEGAL EXTERNO .....	27
6.4.2 MARCO LEGAL INTERNO .....	27
6.5 MARCO HISTÓRICO .....	27
7. DISEÑO METODOLÓGICO.....	30
8. FUENTES PARA LA OBTENCION DE INFORMACION.....	43
8.1 FUENTES PRIMARIAS .....	43
8.2 FUENTES SECUNDARIAS .....	44
9. RECURSOS.....	45
10. CRONOGRAMA .....	47
11. PUESTA EN MARCHA .....	49
11.1 PROPUESTAS DE <i>POKA YOKES</i> , <i>JIDOKAS</i> Y <i>UTILLAJES</i> .....	49
11.1.1 <i>POKA YOKE</i> - CORTE DE EMPAQUES INTERMEDIOS.....	49

11.1.2	<i>POKA YOKE</i> - CORTE DE EMPAQUES INFERIORES.....	50
11.1.3	<i>POKA YOKE</i> - INSTALACIÓN DE SOPORTES DE TAPAS FINALES LATERALES Y POSTERIORES - SEGÚN NORMA AS3439-1 .....	51
11.1.4	<i>POKA YOKE</i> - INSTALACIÓN DE SOPORTES DE TAPAS FINALES LATERALES Y POSTERIORES - SEGÚN NORMA IEC61641 .....	52
11.1.5	<i>POKA YOKE</i> - INSTALACIÓN DE SÍMBOLO RAYO EN PUERTAS .....	53
11.1.6	<i>POKA YOKE</i> - CORTE DE CABLEADO INTERCONEXIONES.....	54
11.1.7	<i>JIDOKA</i> - VERIFICACIÓN DE DISTANCIAS DE AISLAMIENTO EN CELDAS DE BAJA TENSIÓN .....	55
11.2	PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN DE ACTIVIDADES.....	56
11.3	PROPUESTA DE MANUAL Y GUÍA DE ALISTAMIENTO .....	56
11.4	CAPACITACIONES REALIZADAS.....	59
11.4.1	CAPACITACIÓN EN ALISTAMIENTO – MANUAL Y GUÍA DE ALISTAMIENTO .....	59
11.4.2	CAPACITACIÓN <i>POKA YOKES</i> , <i>JIDOKAS</i> Y CERO DEFECTOS....	60
11.4.3	DIVULGACIÓN DE <i>POKA YOKES</i> Y <i>JIDOKAS</i> – HOJAS DE VIDA DE <i>POKA YOKES</i> Y <i>JIDOKAS</i> .....	61
11.5	INCLUSIÓN DE HERRAMIENTAS EN LA BASE DE DATOS MUNDIAL 62	
12.	RESULTADOS OBTENIDOS.....	63
13.	CONCLUSIONES .....	64
14.	RECOMENDACIONES.....	65
15.	BIBLIOGRAFÍA .....	66
16.	ANEXOS.....	67

## LISTA DE TABLAS

	<b>PAG</b>
Tabla 1. Eficiencia en alistamiento (1er Semestre 2014)	14
Tabla 2. Pérdidas económicas primer semestre de 2014	15
Tabla 3. Seguimiento de objetivos específicos	16
Tabla 4. Indicador de eficiencia año 2013	28
Tabla 5. Análisis 5 ¿Por qué? (Tiempos rojos en alistamiento)	32
Tabla 6. Cronograma y seguimiento de actividades	34
Tabla 7. Estudio financiero	41
Tabla 8. Estimación de Beneficio – Costo	42
Tabla 9. Análisis de recursos humanos	45
Tabla 10. Análisis de recursos financieros	45
Tabla 11. Formato de seguimiento por actividades	48
Tabla 12. Encabezado lista de chequeo de alistamiento	56
Tabla 13. Lista de chequeo de alistamiento	57
Tabla 14. Resultados obtenidos 2014	63
Tabla 15. Resultados estimados 2015	65

## LISTA DE GRAFICAS

	PAG
Grafica 1. Eficiencia en Alistamiento (1er Semestre 2014)	15
Grafica 2. Ubicación Espacial Cundinamarca	18
Grafica 3. Ubicación Espacial Funza, Aledaños	19
Grafica 4. Producto Blokset	20
Grafica 5. Grafica de Control de Eficiencia Año 2013	29
Grafica 6. Diagrama Causa y Efecto (Tiempos Rojos en Alistamiento)	31
Grafica 7. Lluvia de Ideas " <i>Brain storming</i> "	33
Grafica 8. Diagrama de flujo proceso de alistamiento - 2013	36
Grafica 9. Método de inspección de distancias convencional	37
Grafica 10. Método de instalación de soportes convencional	38
Grafica 11. Método de corte de empaque convencional	39
Grafica 12. Método de corte de cable convencional	40
Grafica 13. Cronograma de Actividades	47
Grafica 14. <i>Poka Yoke</i> 6672 y su utilización	49
Grafica 15. <i>Poka Yoke</i> 6673 y su utilización	50
Grafica 16. <i>Poka Yoke</i> 6668 y su utilización	51
Grafica 17. <i>Poka Yoke</i> 6669 y su utilización	52
Grafica 18. <i>Poka Yoke</i> 7139 y su utilización	53
Grafica 19. <i>Poka Yoke</i> 7140 y su utilización	54
Grafica 20. <i>Jidoka</i> 7129 y su utilización	55
Grafica 21. Manual de Alistamiento	58
Grafica 22. Capacitación para el Manual de Alistamiento	59
Grafica 23. Capacitación <i>Poka Yokes</i> y <i>Jidokas</i>	60
Grafica 24. Hoja de Vida de <i>Poka Yokes</i> y <i>Jidokas</i>	61
Grafica 25. Inclusión de <i>Poka Yokes</i> y <i>Jidokas</i> en base de datos mundial	62

## LISTA DE ANEXOS

	PAG
Anexo 1. Pérdidas económicas durante el primer semestre de 2014	67
Anexo 2. Seguimiento mensual tasa de defectos en alistamiento 2014	68
Anexo 3. Seguimiento mensual tasa de defectos en alistamiento Enero 2015	76
Anexo 4. Resultado tasa de defectos en alistamiento 2014-2015	77
Anexo 5. Tiempos cargados en actividad de alistamiento 2014	78
Anexo 6. Listado de celdas despachadas en 2014	79
Anexo 7. Diagrama de flujo estandarizado	80
Anexo 8. Registro de asistencia a capacitación en alistamiento – Manual y guía de alistamiento	81
Anexo 9. Registro de asistencia a capacitación en <i>Poka Yokes</i> , <i>Jidokas</i> y cero defectos	82
Anexo 10. Registro de asistencia a divulgación de <i>Poka Yokes</i> y <i>Jidokas</i> – Hojas de vida de <i>Poka Yokes</i> y <i>Jidokas</i>	86
Anexo 11. Hojas de vida de <i>Poka Yokes</i> , <i>Jidokas</i> y utillajes	87
Anexo 12. Resumen Analítico Educativo	94

# IMPLEMENTACIÓN DE POKA YOKES Y JIDOKAS EN LA LINEA DE ENSAMBLE Y CABLEADO DE SCHNEIDER ELECTRIC - COLOMBIA

## ENFOCADO A LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS EN LAS ACTIVIDADES DE ALISTAMIENTO

Jhonathan Alexander Sánchez Cardona

Bogotá, Agosto de 2015

### RESUMEN

En este proyecto se realizó una investigación de tipo analítico, descriptivo y experimental en las instalaciones de Schneider Electric de Colombia. En una primera etapa se identificó y analizó el problema a ser abordado mediante indicadores de gestión. Teniendo en cuenta las desviaciones del proceso se establecieron sus causas mediante las herramientas de análisis diagrama causa-efecto y 5 ¿Por qué? También se propusieron acciones de mejoramiento continuo con base en las causas evidenciadas del proceso mediante Poka Yokes y Jidokas, dichas acciones se implementaron eficazmente, logrando cumplir los objetivos de eficiencia y calidad requeridos para el 2014. Todas estas actividades fueron basadas en el ciclo de mejoramiento continuo "DMAIC"

**Palabras Clave:** Indicadores, eficiencia, diagrama causa-efecto, 5 ¿Por qué?, ciclo DMAIC, Poka Yoke, Jidoka.

### ABSTRACT

In this Project, it was necessary to do an investigation of analytic, descriptive and experimental kind on Schneider Electric Colombia's factory. In a first stage, I identified and analyzed the problem to be addressed by management indicators. Considering the process deviations, it was established their causes through cause-effect diagram and 5 ¿Why? analysis tools. Continuous improvement actions were also proposed, based on the causes evidenced of the process through Poka Yokes and Jidokas, these actions were implemented effectively, making fulfill the efficiency and quality targets required for 2014. All these activities were based on the "DMAIC" continuous improvement cycle.

**Key Words:** Indicators, efficiency, cause-effect diagram, 5 ¿Why? DMAIC Cycle, Poka Yoke, Jidoka.

## **1. TITULO DE LA INVESTIGACIÓN**

El título de la investigación es “Implementación de Poka Yokes y Jidokas en la línea de ensamble y cableado de Schneider Electric - Colombia enfocado a la optimización de tiempos en las actividades de alistamiento”

## 2. INTRODUCCIÓN

La creciente necesidad de implementar mecanismos de mejora continua que permitan aumentar la eficiencia reduciendo los defectos de producción le permite a las empresas manufactureras obtener una ventaja competitiva frente a la demanda del mercado, enfocar los esfuerzos productivos en la reducción y eliminación de las causas raíz que originan los problemas es la clave principal para optimizar la gestión de producción. Herramientas como el Diagrama Causa-Efecto, 5 ¿Por qué?, Cartas de Control, Diagrama Pareto, listas de chequeo, entre otras facilitan la identificación de las variables que causan las desviaciones productivas y determinar las causas principales que originan dichas desviaciones.

Adoptar herramientas de mejora como Poka Yokes, Jidokas, lluvia de ideas, manuales o capacitaciones enfocadas en cada causa raíz, logrará eliminar cualquier desviación futura, mejorar los indicadores de eficiencia y reducir la tasa de defectos satisfactoriamente.

El presente proyecto de grado identifica las desviaciones presentadas en una de las etapas productivas de Schneider Electric de Colombia, precisa el uso de herramientas de análisis descritas anteriormente con el fin de determinar las causas que originan dichas desviaciones.

Presenta la adopción de ideas de mejora planteadas mediante lluvias de ideas, capacitaciones, Poka Yokes y Jidokas las cuales permiten la reducción de las desviaciones del proceso.

Los resultados obtenidos descritos en el capítulo 12 son muestra fiel de la eficacia de las herramientas de mejora continua implementadas en el proyecto, un uso adecuado y consiente de estas herramientas, permitirá optimizar los sistemas productivos de cualquier empresa manufacturera.

### 3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La eficiencia en el proceso de alistamiento de tableros de baja tensión se encuentra por debajo del target “objetivo”, ya que actualmente el promedio del primer semestre de 2014 se encuentra en un 51% (33.7 horas promedio), tal y como se muestra en la Tabla 1, el cual debe estar en 90% (19.2 horas promedio).

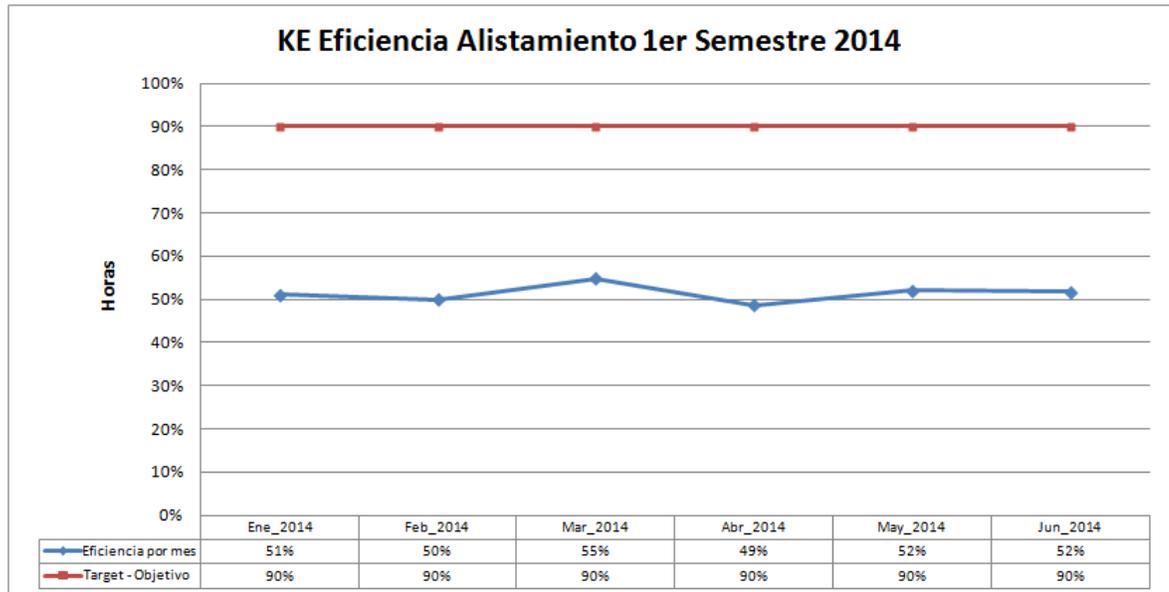
Esto representa un problema para el supervisor de planta, encargado de controlar los indicadores de gestión operativa, el gerente de producción y el director industrial.

Tabla 1  
*Eficiencia en Alistamiento (1er Semestre 2014)*

Mes	Horas Cargadas Alistamiento	Cantidad Celdas por Mes	Horas por Celda	Eficiencia por mes	Horas por Celda 1er Semestre	Eficiencia 1er Semestre
Ene_2014	948	28	33,9	51%	33,7	51%
Feb_2014	1214	35	34,7	50%		
Mar_2014	505	16	31,6	55%		
Abr_2014	2317	65	35,6	49%		
May_2014	832	25	33,3	52%		
Jun_2014	602	18	33,4	52%		

Fuente: Schneider Electric de Colombia

Gráfica 1  
Eficiencia en Alistamiento (1er Semestre 2014)



Fuente: Schneider Electric de Colombia

### 3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es posible aumentar la eficiencia en las operaciones de ensamble y cableado durante la etapa de alistamiento de las celdas Blokset para cumplir con el objetivo corporativo?

Para el primer semestre del 2014 y teniendo en cuenta que el costo por hora de un empleado es de \$ 4.275 se estiman pérdidas de \$ 13.100.000 a causa del bajo nivel de eficiencia y el creciente aumento de defectos en las operaciones electromecánicas, tal y como se muestra en el Anexo 1 y Anexo 2.

Tabla 2  
Pérdidas Económicas Primer Semestre de 2014

Pérdidas Primer Semestre de 2014	
Horas Objetivo (h)	17,3
Horas Reales Promedio (h)	33,7
Diferencia (h)	16,4
Costo por hora (\$)	\$ 4.275
Cantidad de Celdas 1er S	187
Pérdidas por celda (\$)	\$ 70.118
Pérdidas 1er semestre (\$)	\$ 13.112.082

Fuente: Propia

## 4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1 OBJETIVO GENERAL

Aumentar la eficiencia un 39% en las operaciones electromecánicas del proceso de ensamble y cableado durante la etapa de alistamiento en Schneider Electric para las celdas de baja tensión Blokset con el fin de cumplir con el objetivo corporativo de 90%

### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Definir, analizar y estandarizar las actividades que hacen parte de la etapa de alistamiento.
2. Proponer e implementar Poka Yokes y Jidokas que aumenten la eficiencia de las operaciones de ensamble y cableado un 39% durante el proceso de alistamiento de las celdas Blokset en Schneider Electric
3. Crear manuales, instructivos y hojas de vida relacionados con las actividades de alistamiento y los Poka Yokes o Jidokas utilizados.
4. Ofrecer capacitaciones al personal de ensamble y cableado que les permita conocer los beneficios de utilizar Poka Yokes y Jidokas.
5. Ofrecer capacitación al personal de ensamble y cableado sobre el proceso de alistamiento

Tabla 3  
*Seguimiento de Objetivos Específicos*

OBJETIVO	ESTADO DEL OBJETIVO	FECHA DE FINALIZACIÓN
1	OK	26 de Julio de 2014
2	OK	08 de Agosto de 2014
3	OK	15 de Septiembre de 2014
4	OK	06 de Agosto de 2014
5	OK	27 de Septiembre de 2014

Fuente: Propia

## 5. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### 5.1 JUSTIFICACIÓN

El problema se abordó debido a la necesidad de cumplir con el target “objetivo” de eficiencia en operaciones de alistamiento establecido por la casa matriz en Francia, ya que actualmente el promedio del primer semestre de 2014 se encuentra en un 51% (33.7 horas promedio), el cual debe estar en 90% (19.2 horas promedio). Esto le ha generado pérdidas a la empresa de \$13.100.000 durante el primer semestre de 2014.

Es muy conveniente realizar la investigación del problema abordado ya que esto permitirá reducir un 43% el tiempo invertido en las operaciones de ensamble y cableado durante el proceso de alistamiento de las celdas Blokset en Schneider Electric, se estima ahorrar 14.5 horas por cada tablero Blokset ensamblado, lo que para el segundo semestre de 2014, según la proyección de 340 tableros despachados, representaría un ahorro estimado de \$ 21.200.000, como se muestra en la Tabla 8.

Además, logrando nivelar la eficiencia en dichas operaciones se estima que para el 2015 el proyecto logre un beneficio de \$ 32.500.000, como se muestra en la Tabla 15

La aplicación de las herramientas propuestas le permitirá a la dirección industrial el cumplimiento de los objetivos establecidos en el indicador de eficiencia por la casa matriz, por lo tanto, se logrará sobrepasar el 90% de eficiencia en alistamiento.

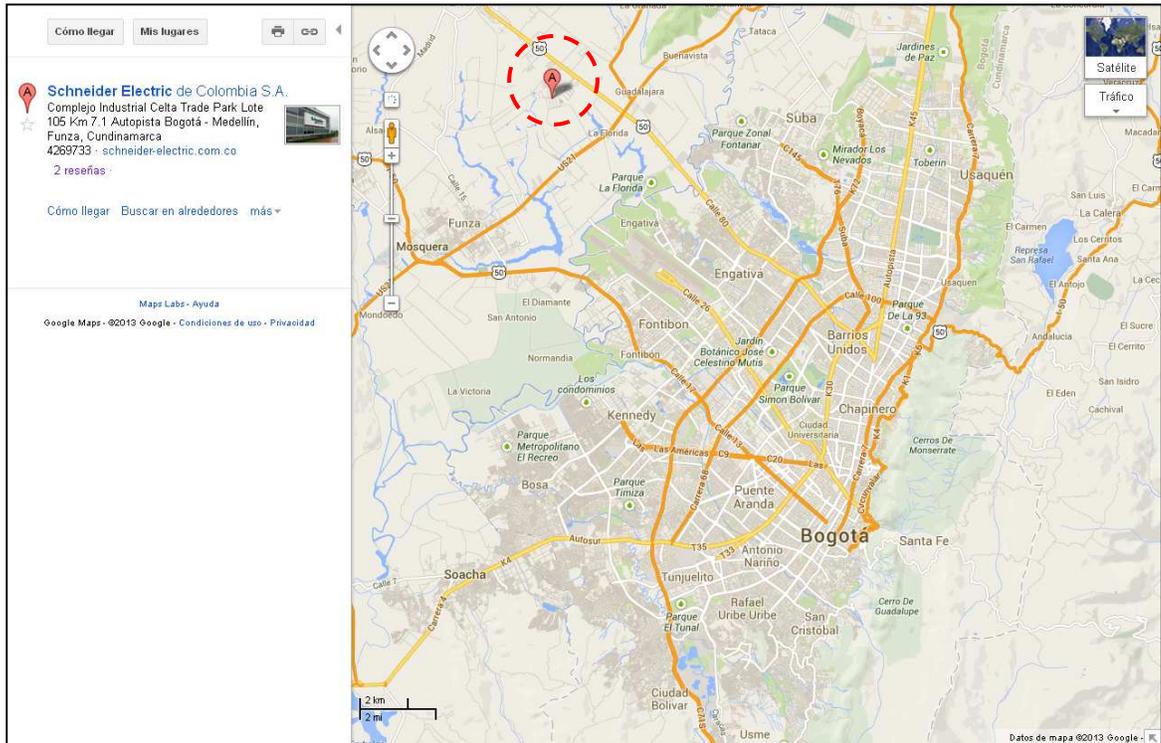
La relación beneficio costo es de 2.52 (pesos adquiridos por cada peso invertido), como se muestra en la Tabla 8.

## 5.2 DELIMITACIÓN

El alcance del proyecto abarca el estudio y aplicación de herramientas de mejora que permitan la reducción de tiempos rojos y tasa de defectos en ensamble y cableado del proceso de alistamiento de Schneider Electric de Colombia en la línea Blokset, como también la medición, pronóstico y propuesta de cada herramienta a ser implementada.

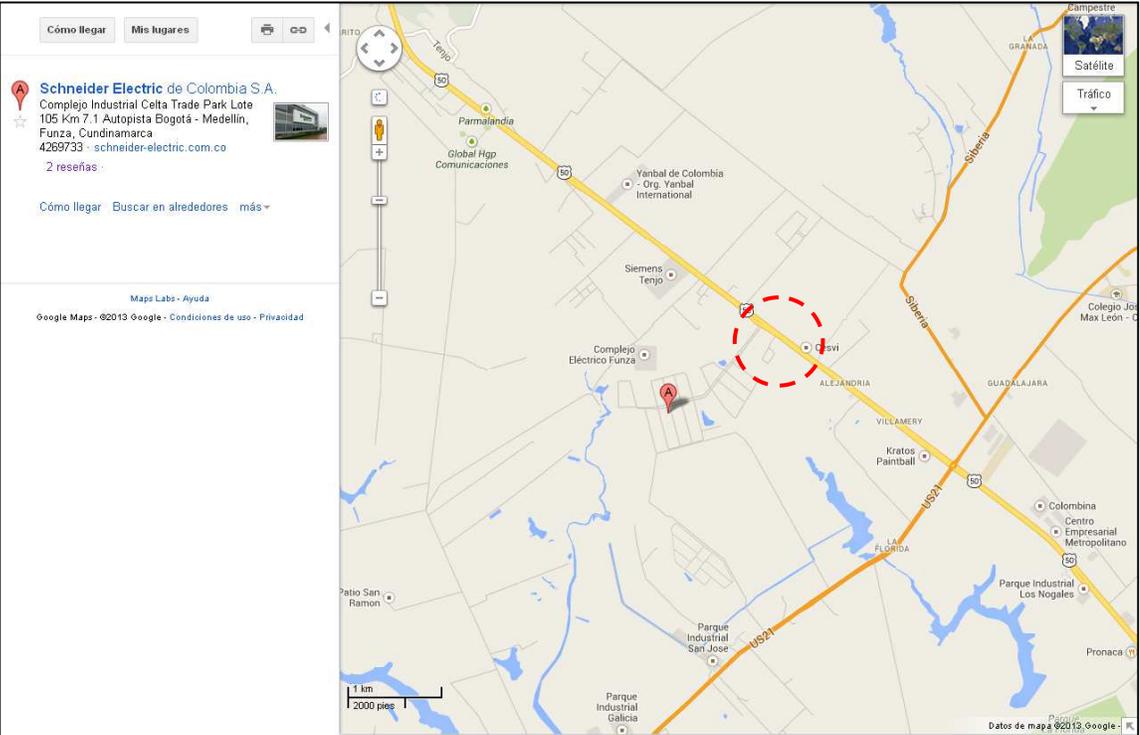
Lo anterior será desarrollado en la línea de producción de Blokset en Schneider Electric de Colombia, empresa ubicada en el Km 7.1 Autopista Medellín – Bogotá Celta *Trade Park* Lote 105 (Funza)

Gráfica 2  
*Ubicación Espacial Cundinamarca*



Fuente: Propia

Gráfica 3  
Ubicación Espacial Funza, Aledaños



Fuente: Propia

## 6. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

### 6.1 MARCO TEÓRICO

#### PRODUCTO BLOKSET

Gráfica 4

*Producto Blokset*



Fuente: Schneider Electric de Colombia

Los componentes de conmutación contenidos en las sub estaciones electricas están instalados en las placas de montaje. La combinación de una placa de montaje con los componentes de conmutación se denomina una unidad funcional.

Las unidades funcionales se definen por la norma IEC 61439-1 la combinación de uno o varios dispositivos de conexión de baja tensión con los materiales electromecánicos de mando y sus respectivos elementos de construcción (COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 201, 2001, p. 11). La altura de una unidad funcional se define por el número de módulos de 50 mm que ocupa. Una sub estación puede contener 40 módulos, cada uno de 50 mm de altura.

La selección y el diseño de los componentes de conmutación electromecánicos están sujetos a un riguroso método diseñado para permitir la definición acertada sin riesgo de error, teniendo en cuenta las siguientes variables: cumplimiento de grado de protección IP2X interno, IP20, IP21, IP30, IP31, IP42 e IP54 tomando como referencia la norma IEC60529 (COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL IEC60529-1, 2001, p. 21), el cumplimiento de los encerramientos externos en concordancia con la norma IEC 61431 para evitar riesgos relacionados con el arco interno (COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL IEC61641, 2008, p. 8) y el cumplimiento de las especificaciones electromecánicas establecidas en la norma RETIE (MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍAS RETIE, 2013, p. 10), como lo son aisladores, conductores, encerramientos entre otros (MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍAS, 2013, p. 10).

## **MEJORAMIENTO CONTINUO**

Todo proceso es susceptible de ser mejorado en la medida que se identifiquen adecuadamente las variables que generan desviaciones. En consecuencia, la dirección de calidad y gerencia industrial son responsables de identificar los problemas que se generan durante la cadena productiva.

Existe gran variedad de herramientas que permiten medir, analizar, mejorar y controlar un proceso, las estadísticas son las herramientas más sencillas y utilizadas en el sector industrial.

En este proyecto los métodos implementados son los siguientes:

- Grafica de Control
- Diagrama de Causa y Efecto
- Análisis 5 ¿Por qué?
- Lluvia de Ideas - *Brain Storming*
- Hoja de verificación – *Check List*
- Análisis de Pareto

Para el análisis del problema fue necesario identificar el comportamiento del indicador de eficiencia en alistamiento mediante los registros históricos consignados en las gráficas de control, dichas gráficas permiten identificar que en ninguno de los primeros 6 meses del 2014 se ha cumplido con la meta establecida.

Al identificar la ineficiencia en las operaciones de alistamiento, es recomendable analizar las variables que hacen parte del entorno de alistamiento mediante el diagrama causa y efecto, allí se consignan las 5 variables “M” (Método, Medición, Mano de Obra, Materia Prima y Maquinaria) y las causas del problema relacionadas en cada variable.

Luego de establecer las causas y sus variables, se recomienda desplegar un análisis 5 ¿Por qué? a cada sub causa establecida, con el fin de determinar las causas raíz de cada una.

Posteriormente, luego de identificar las causas raíz que afectan directamente el problema abordado, es conveniente llevar a cabo una lluvia de ideas “*Brain Storming*” con un grupo multidisciplinar que conozca y establezca todas las posibles soluciones de cada causa raíz.

Cuando se abordan soluciones a problemas de eficiencia y calidad las mejores herramientas recomendadas son los *Poka Yokes* y *Jidokas*. Sen H Hirano (1991) presenta la siguiente apreciación de *Poka Yoke*: “Detrás del *Poka Yoke* está la convicción de que no es aceptable producir incluso un pequeño número de artículos defectuosos” y eso representa una reducción considerable de defectos y tiempos de reproceso.

“Automatización con un toque humano” es la definición que traduce al español la palabra japonesa “*Jidoka*”, lo que conlleva esta técnica es diseñar y desplegar mecanismos que permitan detectar anomalías cuando estas se producen y evitar que los defectos presentados continúen la cadena productiva. Rafael Carlos Cabrera (2015) presenta la siguiente acotación “*Jidoka*, al ser una herramienta versátil permite reducir costos de reprocesos y les otorga empoderamiento a los operarios generando mayor respeto hacia su humanidad”

## 6.2 MARCO CONTEXTUAL

El análisis y desarrollo del proyecto se llevara a cabo en la planta de manufactura de la empresa Schneider Electric de Colombia, ubicada en el Km 7.1 Autopista Medellín – Bogotá Celta Trade Park Lote 105 (Funza)

Schneider Electric llegó a Colombia hace más de 40 años y actualmente cuenta con 800 colaboradores.

La compañía en el país ofrece una completa línea de productos, soluciones y servicios para satisfacer las necesidades de cuatro grandes mercados colombianos: energía e infraestructura, industria, construcción y residencial.

Schneider Electric de Colombia no produce energía y no fabrica productos que consumen la energía, sin embargo proporcionan a los consumidores la habilidad de hacer que su energía sea segura, confiable, eficiente, productiva y verde, solucionando los retos que se presentan cada día mediante sub estaciones eléctricas fabricadas según los requerimientos y necesidades de los clientes.

En la actualidad Schneider Electric cuenta en Colombia con tres plantas industriales y dos centros de distribución, con un área total superior a los 18.000 m<sup>2</sup>.

La problemática principal que existe en la empresa son los bajos niveles de eficiencia que presentan sus procesos productivos, en especial la etapa de alistamiento de las sub estaciones Blokset. El indicador que es motivo de investigación y desarrollo del proyecto es el KE de eficiencia en alistamiento y corresponde al periodo comprendido en Enero de 2014 a Junio de 2014 el cual se encuentra en un 51% debiendo estar al 90%.

### 6.3 MARCO CONCEPTUAL

**POKA YOKE:** “A prueba de Errores” es la definición que traduce al español las palabras japonesas *Poka Yoke*. Es una herramienta de mejoramiento continuo desarrollada a finales de los años 50 por el Dr. Shingeo Shingo con el fin de prevenir los errores humanos en un proceso de manufactura. Esta herramienta se ha extendido en muchos ámbitos de la vida cotidiana, familiar, comercial o industrial (RAFAEL CARLOS CABRERA, 2015). Un claro ejemplo de Poka Yoke son las memorias USB, las cuales cuentan con un diseño único y particular que evita un error en su inserción a los equipos de cómputo, así mismo podemos encontrar muchas aplicaciones, como lo son los autos que no dan marcha siempre y cuando el conductor no se abroche el cinturón de seguridad, la detención de lavadoras, secadoras y hornos microondas al abrir la puerta, entre otras aplicaciones.

Los *Poka Yokes* deben ser diseñados para que su utilización sea simple y práctica.

**JIDOKA:** “Automatización con un toque humano” es la definición que traduce al español la palabra japonesa “*Jidoka*”. Esta herramienta se originó a principios del siglo XIX cuando Sakichi Toyoda (Fundador de Toyota) invento un telar textil que se detenía automáticamente cuando se rompía cualquier hilo. Para la mayoría de corrientes teóricas, *Jidoka* busca “Autonomatizar” un proceso productivo con intervención del toque humano (RAFAEL CARLOS CABRERA, 2015), aunque su implementación en la industria de fabricación artesanal muchas veces se ve limitada al no contar con procesos automatizados. Es por eso que con el transcurso del tiempo *Jidoka* se ha convertido en una herramienta flexible la cual puede ser utilizada en todo tipo de industria siempre y cuando se identifique como una técnica de control y detección de errores, asegurando la calidad al 100% y permitiendo una eficaz mano de obra.

Existen diferentes sistemas de *Jidoka* entre los cuales tenemos: de visión, de fuerza, de longitud, de peso, de volumen, entre otros.

Un claro ejemplo de *Jidoka* son los sensores de presencia y posición que permiten verificar y evaluar el ensamble de una pieza en un producto particular, también pueden ser instrucciones visuales que permitan comparar una actividad estándar con una operación realizada.

**GRAFICA DE CONTROL:** es una herramienta del control estadístico de proceso utilizada para monitorear el comportamiento de un proceso.

Estas permiten evaluar si el proceso está fuera de control, señalándolo en el gráfico claramente, tan pronto como se identifique la desviación, más se reducirá la cantidad de desviaciones presentadas (BERTRAND L. HANSEN, 1990).

**DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO:** es un método que permite analizar y determinar la relación entre un problema y sus posibles causas (BERTRAND L. HANSEN, 1990, P. 399). Con mayor frecuencia se le conoce como “Diagrama Ishikawa” en memoria de su creador Kaoru Ishikawa.

**ANÁLISIS DE PARETO:** es una herramienta que permite identificar las desviaciones que más impactan un proceso productivo y clasificarlas según su incidencia en el proceso. El resultado de esta clasificación facilita identificar que unas pocas causas de una desviación producen la mayor parte del problema (BERTRAND L. HANSEN, 1990, P. 376).

**ANÁLISIS 5 ¿POR QUÉ?:** es una técnica sistemática de preguntas que se utiliza durante la etapa de análisis de una desviación particular con el fin de determinar las causas raíz del problema abordado. Dicha técnica requiere que se pregunte el ¿Por Qué? de la situación al menos 5 veces, una vez que sea difícil responder a algún ¿Por Qué?, la causa raíz habrá sido identificada (ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD, 2015)

**BRAIN STORMING – LLUVIA DE IDEAS:** es una técnica grupal en donde un equipo multidisciplinar propone un gran número de ideas de mejoramiento sobre un tema de estudio en particular.

**HOJA DE VERIFICACIÓN:** las listas de verificación, o comúnmente conocidas como *Check List*, son formatos establecidos para realizar y verificar actividades repetitivas, inspeccionar el cumplimiento de una lista de especificaciones técnicas o recolectar información de un tema en particular.

**BLOKSET:** las celdas Blokset, son uno de los productos estrella de Schneider Electric de Colombia. Son sub estaciones eléctricas de baja tensión (entre 24 Voltios y 480 Voltios), distribuyen, controlan y monitorean el flujo de corriente requerido para diversos campos de la industria como el sector petrolero, hotelero, agricultor, comercial o energético, además protegen los equipos a los que les distribuye corriente tales como bombas, motores o iluminación.

**CICLO DMAIC:** nombre que proviene de las iniciales en inglés de las etapas que consta la metodología (*Define-Definir, Measure-Medir, Analyze-Analizar, Improve-Mejorar, Control-Controlar*) Es una técnica que hace parte de la metodología *Seis Sigma* y se utiliza para mejorar incrementalmente un proceso determinado mediante un ciclo de mejora continua.

**ALISTAMIENTO:** etapa productiva durante la cual los operarios ensamblan y cablean las últimas piezas requeridas para terminar al 100% el producto a ser despachado al cliente

**NORMAS IEC:** IEC es un acrónimo que proviene de las siglas en inglés (*International Electro technical Commission*) Comisión Electrotécnica Internacional. Son documentos normalizados correspondientes a campos eléctricos, electrónicos y relacionados con el sector, los cuales establecen los requisitos principales para ensamblar y cablear sub estaciones eléctricas.

**RETIE:** es un documento técnico cuyo acrónimo proviene de las siglas (RE-Reglamento, T-Técnico, I-Instalaciones E-Eléctricas) expedido por el Ministerio de Minas y Energía. Este documento establece las medidas de seguridad de personas, animales y medioambientales que se deben cumplir para prevenir, minimizar o eliminar los riesgos de origen eléctrico.

**EFICIENCIA:** es la relación entre los recursos utilizados en un proyecto y los logros conseguidos. En otras palabras la eficacia se da cuando se utilizan menos recursos para lograr un mismo objetivo.

## **6.4 MARCO LEGAL**

### **6.4.1 MARCO LEGAL EXTERNO**

Las unidades funcionales se definen por la norma IEC 61439-1 como una parte de un conjunto de engranajes de baja tensión y de control que comprende todos los elementos eléctricos y mecánicos que contribuyen a la realización de la misma función.

La normativa local que aplica para la fabricación de las celdas es el RETIE, actualmente versión Agosto de 2013.

Las demás normativas que aplican para la seguridad de las celdas y especificaciones técnicas corresponden a las IEC61641 e IEC60529.

### **6.4.2 MARCO LEGAL INTERNO**

La norma bajo la cual se encuentra certificado el sistema de gestión calidad es la ISO9001-2008.

## **6.5 MARCO HISTÓRICO**

Presente por más de 40 años en Colombia y con más de 500 colaboradores en el país, Schneider Electric se ha especializado en una completa línea de productos, soluciones y servicios para satisfacer las necesidades de cuatro grandes mercados: Energía e Infraestructura, Industria, Construcción y Residencial.

Cuenta en el país con tres plantas industriales y dos centros de distribución, presente en el país con seis (6) agencias comerciales en las principales ciudades: Bogotá, Barranquilla, Medellín, Bucaramanga, Cali y Manizales y representantes en el resto del país.

**1974** “*Telemecanique*” inicia la comercialización de sus productos en Colombia.

**1977** “*Merlin Gerin*” adquiere a CODEL (Compañía Colombiana de Elementos Eléctricos).

**1985** “*Merlin Gerin* de Colombia” inaugura la primera etapa de su Planta Industrial en Yumbo.

**1993** “Merlin Gerin” de Colombia inicia la comercialización de tableros residenciales SQUARE D.

**1994** Creación de Schneider de Colombia S.A.

**1994** Inauguración de la segunda etapa en su Planta Industrial en Yumbo.

**1999** Cambio de nombre y logo a Schneider Electric de Colombia S.A.

**2004** Celebración 30 años Schneider Colombia

**2006** Ampliación de la Planta Industrial

**2010** Adquisición de “Dexson” y Migración “Dexson” a Schneider Electric.

**2011** Inauguración de la nueva planta de media tensión

**2013** Inauguración de la nueva planta de baja tensión

Durante el paso del tiempo, la eficiencia productiva en Schneider Electric de Colombia ha sido de vital importancia para las utilidades de la compañía, razón por la cual el indicador de eficiencia ha sido rastreado mes a mes siguiendo un objetivo corporativo establecido por la casa matriz en Francia.

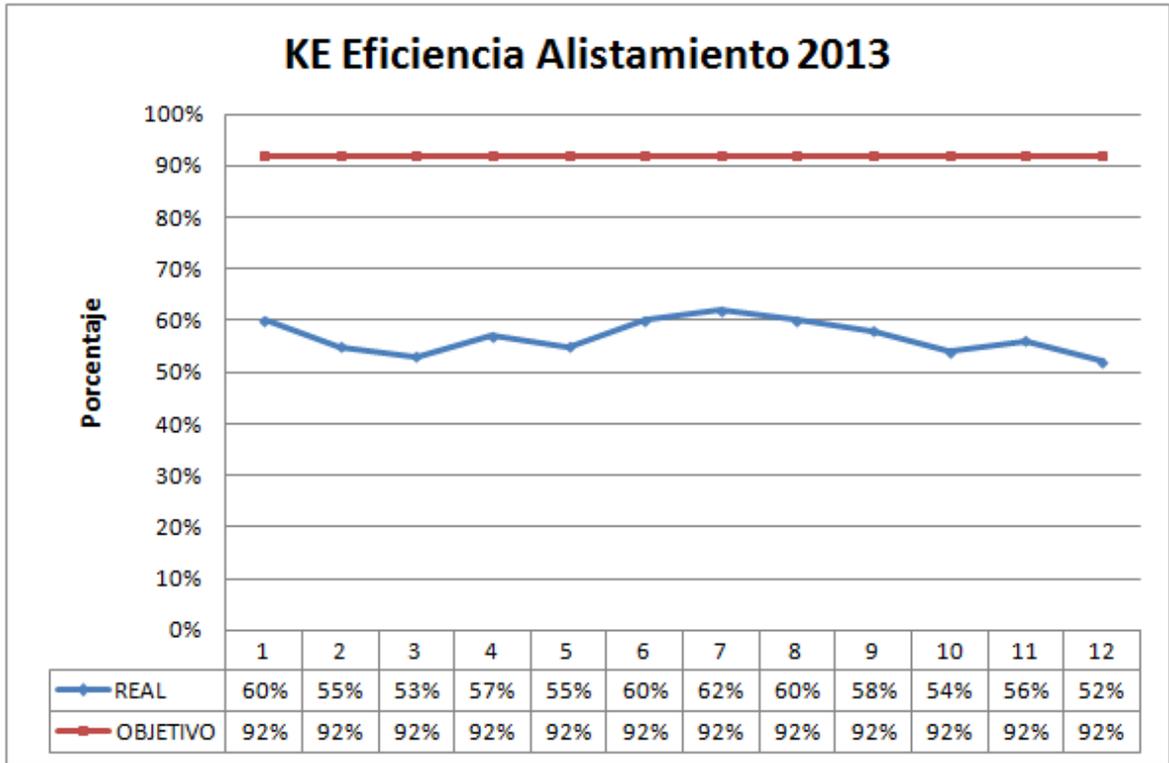
Para el 2013, se evidencia que el indicador no presentó mejora en su comportamiento, esta ineficiencia se ve reflejada en el primer semestre del 2014.

Tabla 4  
*Indicador de Eficiencia Año 2013*

<b>KE ALISTAMIENTO 2013</b>		
<b>MES</b>	<b>REAL</b>	<b>OBJETIVO</b>
<b>Enero</b>	60%	92%
<b>Febrero</b>	55%	92%
<b>Marzo</b>	53%	92%
<b>Abril</b>	57%	92%
<b>Mayo</b>	55%	92%
<b>Junio</b>	60%	92%
<b>Julio</b>	62%	92%
<b>Agosto</b>	60%	92%
<b>Septiembre</b>	58%	92%
<b>Octubre</b>	54%	92%
<b>Noviembre</b>	56%	92%
<b>Diciembre</b>	52%	92%

Fuente: Schneider Electric de Colombia

Gráfica 5  
 Gráfica de Control de Eficiencia Año 2013



Fuente: Schneider Electric de Colombia

## **7. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **TIPO DE INVESTIGACIÓN**

En el desarrollo del proyecto se manejan tres tipos de investigación, la analítica debido a que se recolectan datos estadísticos y de control de eficiencia operacional con el fin de obtener una hipótesis sobre el comportamiento de los indicadores de gestión, la descriptiva con el fin de caracterizar las variables que generan desviaciones en el proceso productivo con el fin de especificar sus propiedades más significativas y la experimental debido a que se implementan pruebas controladas para evaluar el efecto que generan las herramientas de mejora propuestas en el sistema productivo.

### **GESTION DEL PROYECTO**

El modelo de gestión del proyecto vincula desde su inicio actividades técnicas relacionadas con los procedimientos de la empresa. Los objetivos hacen parte integral de los beneficios pretendidos por Schneider Electric. Aumento de eficiencia, cumplimiento con los estándares de calidad, reducción en los costos de operación e inversión en investigación y desarrollo.

### **DIAGNOSTICO ETIOLÓGICO**

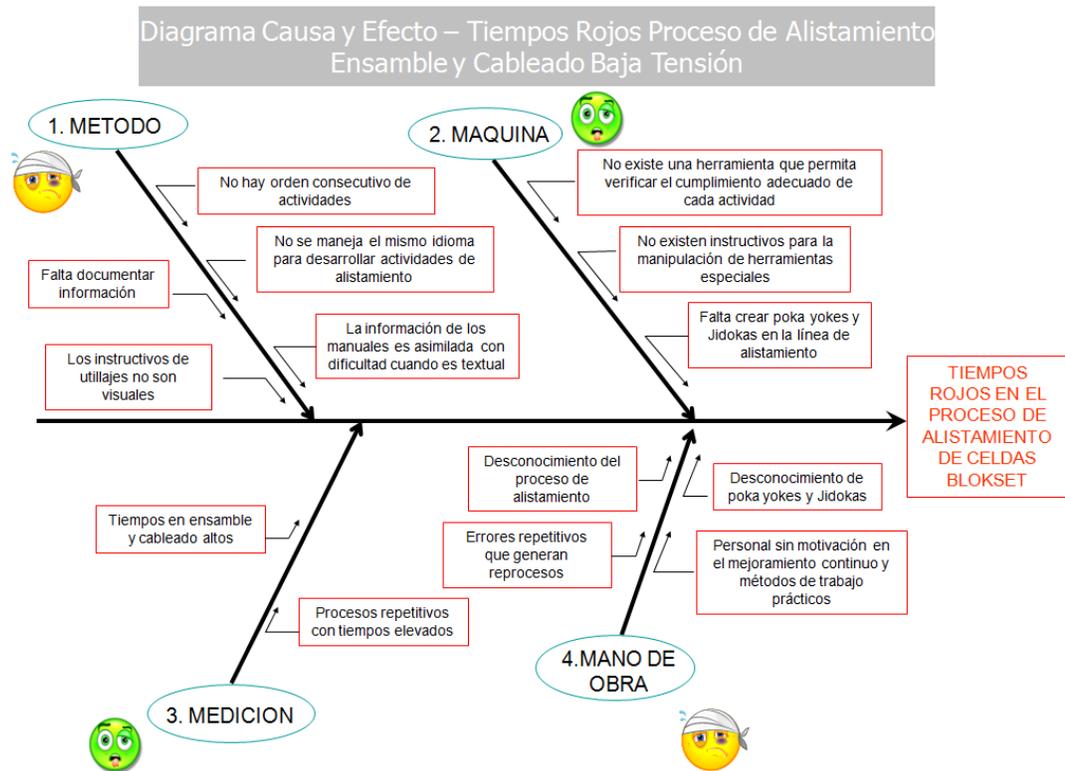
El estado actual del proceso está generando pérdidas tanto monetarias como en tiempo ya que debido a los reprocesos que se tienen que hacer constantemente por fallas en la operación, se están perdiendo tiempos que podrían ser utilizados en la fabricación de nuevas unidades, el objetivo de esta mejora del proceso es minimizar al máximo estos tiempos de reproceso asegurándose que las tareas operativas sean realizadas con calidad atacando principalmente los cuellos de botella que se están presentando y optimizando de esta manera la operación.

### **FORMULACIÓN DE LA SOLUCIÓN**

Para el planteamiento de las soluciones determinamos el uso del pensamiento racional ya que aumenta la probabilidad de éxito al establecer una situación deseada, “que es lo que quiero”, descomponer el problema en sus causas “análisis 5 ¿Why?”.

Durante el desarrollo del planteamiento se integraron métodos como el *Why and How* y pensamiento causal ya que nos permite solucionar el problema identificando sus causas. Además se integró el pensamiento estratégico con el fin de evaluar y escoger las mejores alternativas propuestas en una lluvia de ideas “Brain storming”.

Gráfica 6  
 Diagrama Causa y Efecto (Tiempos Rojos en Alistamiento)



Fuente: Propia

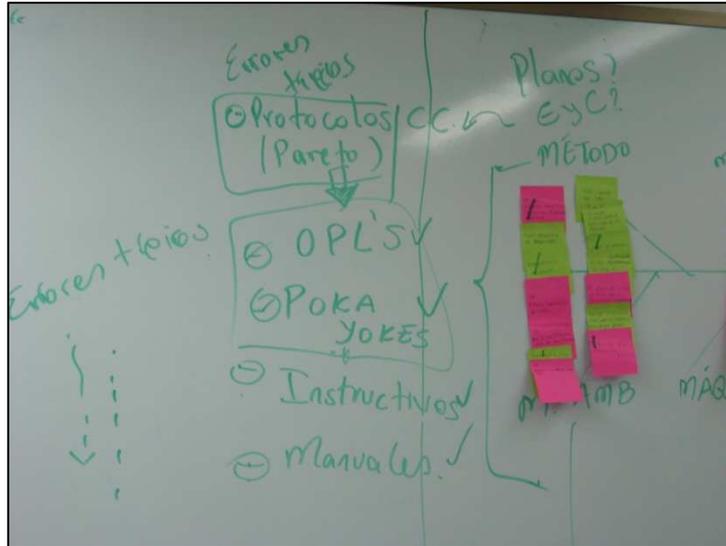
Tabla 5  
*Análisis 5 ¿Por qué? (Tiempos Rojos en Alistamiento)*

<b>Análisis de Causa Raíz - "5 Why análisis"</b>				
<b>DESCRIPCION DEL PROBLEMA:</b>				
La eficiencia en el proceso de alistamiento de tableros de baja tensión se encuentra por debajo del target "objetivo", ya que actualmente el promedio del primer semestre de 2014 se encuentra en un 51% (33.7 horas promedio), el cual debe estar en 90% (19.2 horas promedio).				
← Por lo tanto Porque ? →	← Por lo tanto Porque ? →	← Por lo tanto Porque ? →	← Por lo tanto Porque ? →	← Por lo tanto Porque ? →
No hay orden consecutivo de actividades	No se ha definido un diagrama de flujo	No se ha realizado el análisis de cada actividad y el orden que debe cumplirse		
Los instructivos de Poka Yokes y Jidokas no son visuales	Los instructivos solo tienen texto que no amplían el panorama de uso de los Poka Yokes y Jidokas	No se han incluido imágenes en los instructivos que permitan evaluar la herramienta y el uso		
Los operarios realizan las actividades de alistamiento de una manera diferente cada uno	La información del proceso no se encuentra estandarizada y centralizada			
Procesos repetitivos con tiempos elevados	Las operaciones repetitivas no están tecnificadas y aumentan los tiempos rojos	No se han desarrollado Jidokas y Poka Yokes que permitan optimizar las operaciones repetitivas		
Desconocimiento del proceso de alistamiento	El personal no ha recibido capacitación sobre el proceso de alistamiento			
El personal desconoce el uso de los Poka Yokes y Jidokas en el proceso productivo	El personal no ha recibido capacitación sobre los beneficios de utilizar Poka Yokes y Jidokas			
Hay variabilidad en las operaciones de ensamble y cableado	Los métodos de trabajo no están estandarizados	No se han definido herramientas y procesos estandarizados		
Se realizan reprocesos para corregir actividades mal ejecutadas	Los operarios de ensamble y cableado cometen errores durante sus actividades laborales	El personal desconoce cómo realizar determinadas actividades	No se cuenta con un manual o procedimiento que les indique cómo deben realizar cada actividad	

Fuente: Propia

## BRAINSTORMING

Gráfica 7  
Lluvia de Ideas "Brain storming"



Fuente: Propia

Al determinar las causas raíz que influyen en el indicador de eficiencia en alistamiento generamos una lluvia de ideas donde se establecieron actividades de mejoramiento continuo que pretenden atacar todas las causas raíz del problema abordado.

## ACCIONES A EJECUTAR

- Definir el problema a ser abordado
- Reunir documentación técnica y estadística relacionada con el problema
- Evaluar el entorno del problema
- Determinar y analizar las barreras operativas que aumentan los tiempos en el ensamble de tableros Blokset durante la etapa de alistamiento
- Diseñar, evaluar y proponer las soluciones que aumentarían la eficiencia un 39% en la etapa de alistamiento
- Elaborar un sistema de evaluación y control para el proyecto
- Determinar los recursos disponibles y el presupuesto necesario para la implementación del proyecto
- Capacitar al personal en *Poka Yokes* y *Jidokas*

- Organizar las operaciones de alistamiento de manera ordenada y consecutiva
- Crear Manual de alistamiento y Lista de Verificación
- Diseñar y fabricar *Poka Yoke* para corte de empaque
- Diseñar y fabricar *Poka Yoke* para instalación de soporte de tapas
- Diseñar y fabricar *Poka Yoke* para corte de cable
- Diseñar y fabricar *Jidoka* para verificación de distancias de aislamiento
- Diseñar y fabricar *Poka Yoke* para instalación de símbolo rayo
- Crear instructivos para usar los *Poka Yokes* y *Jidokas*
- Divulgar *Poka Yokes* y *Jidokas* elaborados
- Capacitar al personal en actividades de alistamiento
- Capacitar al personal en manual y lista de verificación de alistamiento
- Realizar seguimiento a las acciones de mejora ejecutadas
- Determinar la eficiencia conseguida en la etapa de alistamiento después de implementar las soluciones planteadas
- Presentar resultados del proyecto al Ingeniero Jairo Romero Martínez
- Realizar correcciones o recomendaciones propuestas (Ajustar el Proyecto)

Tabla 6  
*Cronograma y Seguimiento de Actividades*

	Actividades	Inicio	Fin	Duración (días)	Cumplido
1	Definir el problema a ser abordado	06-jul	07-jul	1	OK
2	Reunir documentación técnica y estadística relacionada con el problema	07-jul	12-jul	5	OK
3	Evaluar el entorno del problema	14-jul	19-jul	5	OK
4	Determinar y analizar las barreras operativas que aumentan los tiempos en el ensamble de tableros Blokset durante la etapa de alistamiento	21-jul	26-jul	5	OK
5	Diseñar, evaluar y proponer las soluciones que aumentarían la eficiencia un 39% en la etapa de alistamiento	28-jul	31-jul	3	OK
6	Elaborar un sistema de evaluación y control para el proyecto	01-ago	02-ago	1	OK
7	Determinar los recursos disponibles y el presupuesto necesario para la implementación del proyecto	04-ago	05-ago	1	OK
8	Capacitar al personal en <i>Poka Yokes</i> y <i>Jidokas</i>	05-ago	06-ago	1	OK
9	Organizar las operaciones de alistamiento de manera ordenada y consecutiva	04-ago	09-ago	5	OK
10	Crear Manual de alistamiento y Lista de Verificación	05-ago	15-sep	41	OK
11	Diseñar y fabricar <i>Poka Yoke</i> para corte de empaque	01-ago	08-ago	7	OK
12	Diseñar y fabricar <i>Poka Yoke</i> para instalación de soporte de tapas	01-ago	08-ago	7	OK
13	Diseñar y fabricar <i>Poka Yoke</i> para corte de cable	01-ago	08-ago	7	OK
14	Diseñar y fabricar <i>Jidoka</i> para verificación de distancias de aislamiento	01-ago	08-ago	7	OK
15	Diseñar y fabricar <i>Poka Yoke</i> para instalación de símbolo rayo	01-ago	08-ago	7	OK
16	Crear instructivos para usar los <i>Poka Yokes</i> y <i>Jidokas</i>	11-ago	13-ago	2	OK
17	Divulgar <i>Poka Yokes</i> y <i>Jidokas</i> elaborados	13-ago	14-ago	1	OK
18	Capacitar al personal en actividades de alistamiento	22-sep	27-sep	5	OK
19	Capacitar al personal en manual y lista de verificación de alistamiento	22-sep	27-sep	5	OK
20	Realizar seguimiento a las acciones de mejora ejecutadas	01-oct	31-ene	122	OK
21	Determinar la eficiencia conseguida en la etapa de alistamiento después de implementar las soluciones planteadas	02-feb	07-feb	5	OK
22	Presentar resultados del proyecto al Ingeniero Jairo Romero Martínez	09-feb	27-feb	18	OK
23	Realizar correcciones o recomendaciones propuestas (Ajustar el Proyecto)	02-mar	07-mar	5	OK

Fuente: Propia

## **COMO LOGRARLO**

Siguiendo los pasos establecidos en el cronograma de actividades. Es necesario contar con herramientas de mejora continua tales como, *Poka Yokes*, *Jidokas*, utillajes, diagrama causa y efecto, 5 ¿Por qué?, Diagrama Pareto y cartas de control.

## **CON QUE LOGRARLO**

- Información Técnica
- Análisis Técnico
- Diseño de Utillajes o *Poka Yokes*
- Fabricación de las herramientas diseñadas
- Apoyo económico

## **CONDICIONES MÍNIMAS PARA SU REALIZACIÓN**

- Contar con la disposición del departamento de fabricación metalmecánica con el fin de poder desarrollar herramientas de mejora que permitan aumentar la eficiencia del proceso de ensamble.
- Determinar con precisión las actividades repetitivas que aumentan los tiempos muertos incurridos en el proceso de ensamble, con el fin de atacarlos mediante las herramientas de mejora mencionadas anteriormente.

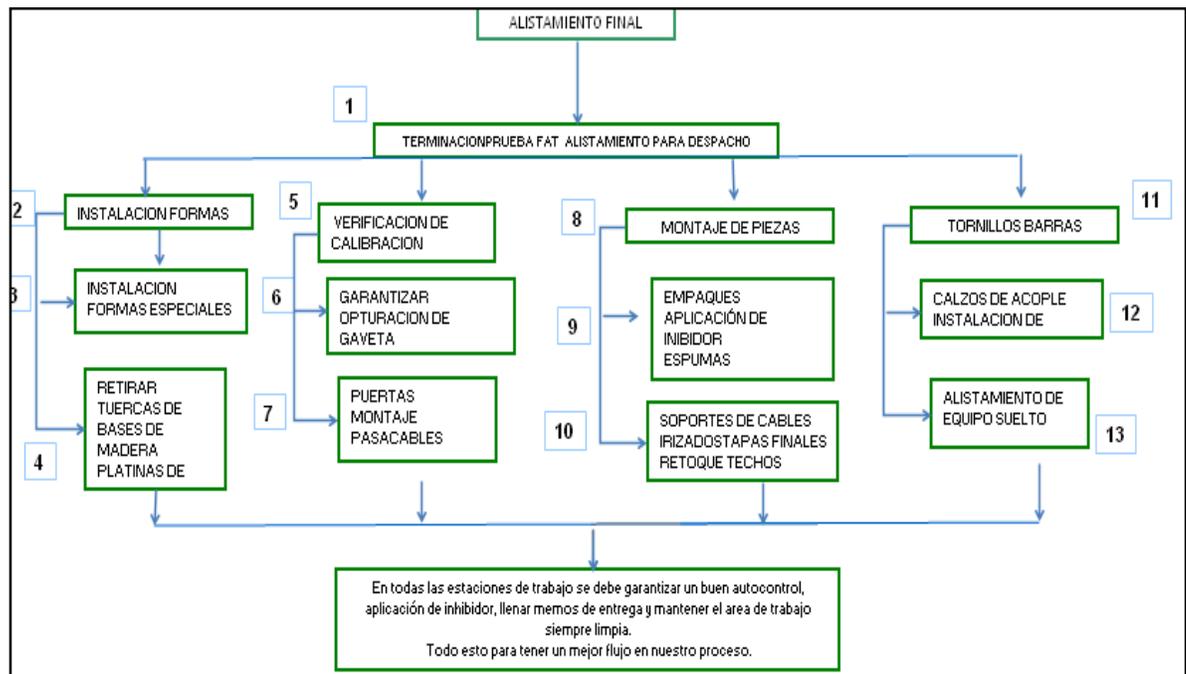
## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

### ESTUDIO TÉCNICO

A continuación se presenta el diagrama de flujo que hace parte del proceso de alistamiento, identificando todas las actividades clave.

Gráfica 8

Diagrama de flujo proceso de alistamiento - 2013



Fuente: Schneider Electric de Colombia

Se evidencia que una de las razones por la cual aumentan los tiempos de alistamiento se debe a que este diagrama no sigue una secuencia organizada de actividades.

Además, se evidencia también que el personal no cuenta con listas de chequeo que les permita verificar el cumplimiento de todas las actividades de alistamiento.

Luego de evaluar el diagrama de flujo del proceso, se procede a verificar en planta todas las operaciones relacionadas con la etapa de alistamiento evidenciando las siguientes desviaciones:

## Gráfica 9

### *Método de inspección de distancias convencional*



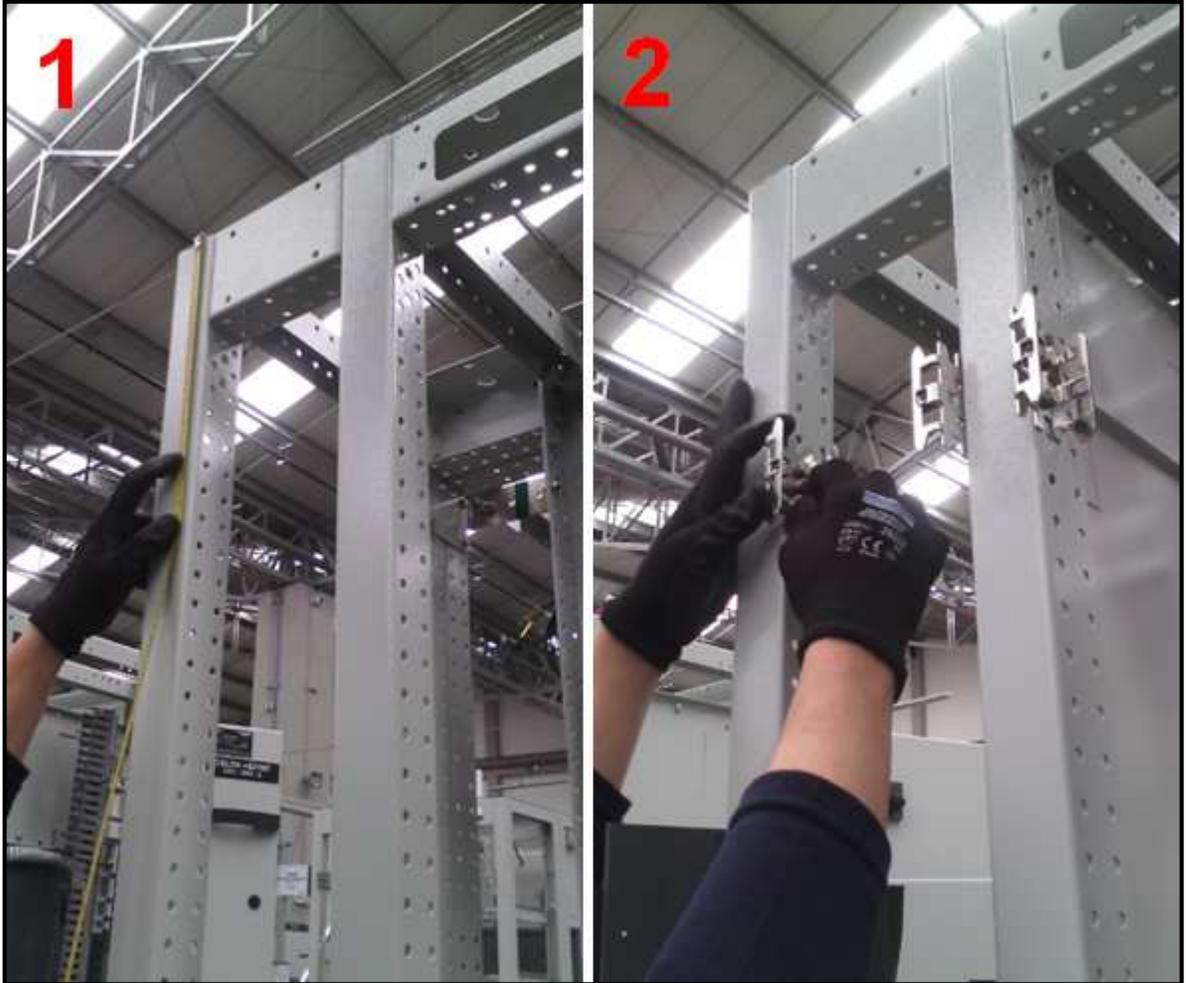
Fuente: Propia

No se cuenta con un medio de inspección adecuado para verificar que las distancias entre las fases eléctricas sea la adecuada, en ese caso solo el personal de control calidad puede verificar la conformidad de esta actividad.

Cuando se identifica una desviación en esta especificación, el reproceso toma hasta 8 horas de trabajo, debido a que el personal debe soltar nuevamente el barraje cambiar la tornillería, nivelar y volver a ajustar.

Además, el sistema de inspección mediante flexometro no ofrece precisión en la medida para puntos donde el acceso es limitado.

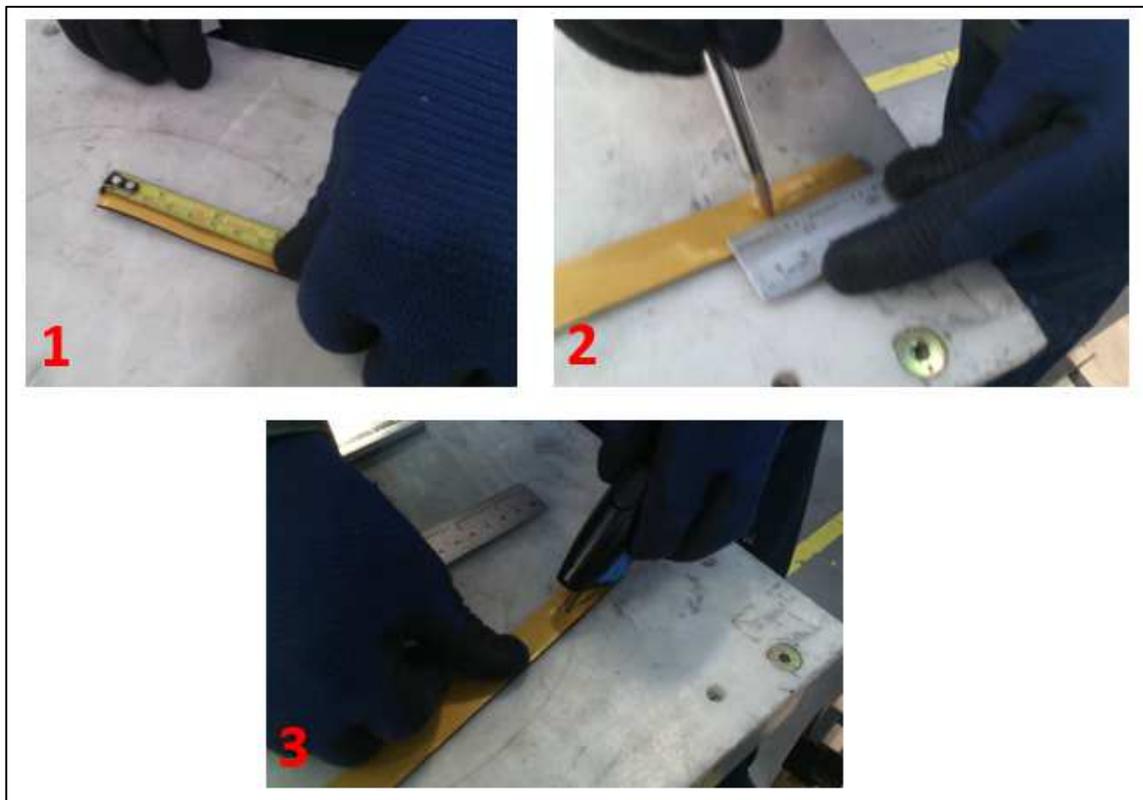
Gráfica 10  
*Método de instalación de soportes convencional*



Fuente: Propia

La actividad correspondiente a instalación de soportes de tapas finales no se encuentra estandarizada, por lo tanto, primero el personal debe medir diferentes dimensiones y luego instalar los soportes, esta operación cuando no se realiza adecuadamente genera un gran reproceso, ya que la única manera de verificar si su instalación fue la adecuada es instalando las tapas finales, en ese caso cuando se identifica el error al instalar la tapa, se requiere reprocesar dicha actividad.

Gráfica 11  
*Método de corte de empaque convencional*



Fuente: Propia

La actividad correspondiente a corte de empaque no precisa de un método que permita realizar con rapidez y seguridad dicha actividad, el operario primero debe medir y marcar la distancia a la que debe realizar el corte, luego debe trazar la recta por donde deberá realizar el corte y por ultimo debe cortar con bisturí y a mano alzada el extremo del empaque. Esta actividad es muy repetitiva en el proceso y representa una cantidad considerable de tiempo productivo invertido.

Gráfica 12  
*Método de corte de cable convencional*



Fuente: Propia

La actividad correspondiente a corte de cable también es una actividad repetitiva, para la cual primero deben medir cable por cable y luego cortar cada unidad. Esta es una de las actividades que más requiere de tiempo productivo, ya que diariamente se cortan cerca de 5.000 tramos de cable.

## ESTUDIO FINANCIERO

Tabla 7  
*Estudio Financiero*

Concepto	Observacion	Costo	Cantidad	Total
Mano de Obra	Tiempo Invertido Ingeniero de Calidad (20 horas semanales)	\$ 11.950	620	\$ 7.409.000
Herramienta	Poka Yoke para corte de empaque	\$ 15.000	1	\$ 15.000
Herramienta	Poka Yoke para instalacion de soporte de tapas	\$ 35.000	1	\$ 35.000
Herramienta	Poka Yoke para corte de cable	\$ 25.000	1	\$ 25.000
Herramienta	Jidoka para verificacion de distancias de aislamiento	\$ 30.000	2	\$ 60.000
Capacitación	Capacitacion Alistamiento - Lista de Verificacion y Manual	\$ 4.275	161,5	\$ 690.413
Capacitación	Capacitacion Poka Yokes y Jidokas	\$ 4.275	36	\$ 153.900
Capacitación	Divulgacion Familia de defectos	\$ 4.275	3	\$ 12.825
Capacitación	Divulgacion Poka Yokes y Jidokas	\$ 4.275	5	\$ 21.375
			<b>Total Costo Financiero</b>	<b>\$ 8.422.513</b>

<b>Costos Implicados</b>	<b>\$ 8.422.513</b>
<b>Beneficios Obtenidos 2do Semestre 2014</b>	<b>\$ 21.198.175</b>
<b>Relacion Beneficio Costo</b>	<b>2,52</b>

Fuente: Propia

Al analizar estos datos podemos concluir que el beneficio económico que esto representaría para la empresa es bastante amplio optimizando los tiempos y minimizando los productos defectuosos lo que se vería reflejado en una disminución de costos directos.

## FACTIBILIDAD OPERACIONAL

En cuanto al factor operacional, es posible identificar las ventajas que se obtendrían con la implementación del proyecto, ya que permitirá minimizar tiempos y reprocesos, los empleados obtendrán un mayor nivel de producción y unas mejores condiciones de operación que se verán reflejadas en productos de calidad y confiables.

## VIABILIDAD

Este proyecto se considera viable gracias a la estimación de la relación beneficio-costos, la cual nos permite determinar que por cada peso invertido generaremos \$2.52 de rentabilidad, ofreciendo beneficios para la mejora del proceso, optimización de tiempos y mejora en la calidad del producto.

Tabla 8  
*Estimación de Beneficio - Costo*

<b>Prom Antes (horas)</b>	33,7
<b>Prom Estimado (horas)</b>	19,2
<b>Objetivo (horas)</b>	17,3
<b>Eficiencia Antes</b>	51%
<b>Eficiencia Estimada</b>	<b>90%</b>
<b>Objetivo</b>	90%
<b>Aumento de eficiencia estimada</b>	<b>39%</b>
<b>Horas Prom Reduccion Estimadas</b>	14,6
<b>Costo Mano de Obra 2014 (hora)</b>	<b>\$ 4.275</b>
<b>Cantidad de celdas que seran despachadas (2do Semestre 2014)</b>	340
<b>Beneficios Estimados</b>	<b>\$ 21.198.175</b>
<b>Costos Implicados</b>	<b>\$ 8.422.513</b>
<b>Relacion Beneficio Costo</b>	<b>2,52</b>
<b>Utilidad Estimada del Proyecto</b>	<b>\$ 12.775.662</b>

Fuente: Propia

## 8. FUENTES PARA LA OBTENCION DE INFORMACION

### 8.1 FUENTES PRIMARIAS

La información necesaria para analizar el entorno del problema abordado fue obtenida gracias a la colaboración del supervisor de planta Ingeniero Francisco Rodríguez, en las instalaciones de Schneider Electric de Colombia.

También la obtenida tras investigar en la página de internet [www.schneider-electric.com](http://www.schneider-electric.com)

Para determinar las herramientas que deben ser implementadas se analizó la información de las siguientes fuentes:

- BERTRAND L. HANSEN (1990), Control Calidad - Teoría y Aplicaciones, Getafe - España, Ediciones: Díaz de Santos S.A.
- COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL (2001). Norma Europea 60529:2001 Grados de Protección proporcionados por cerramientos (código IP), Edición 2.1. Ginebra, Suiza, Comisión Electrotécnica Internacional.
- COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL (2008). Norma Europea 61641:2008 Conjuntos de Aparata de Baja Tensión Cerrados – Guía para las pruebas bajo condiciones de arco debido a falla interna, Edición 2.0. Ginebra, Suiza, Comisión Electrotécnica Internacional.
- COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 201 (2001). Norma Europea 60439-1:1999 Conjuntos de Aparata de Baja Tensión: Conjuntos de Serie y Conjuntos Derivados de Serie, Versión Oficial. Madrid, España, AENOR.
- MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍAS (2013). Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. RETIE, Resolución 9 0708. Bogotá, Colombia, Ministerio de Minas y Energías.
- RAFAEL TORREGROSA SANCHEZ (2010). Técnicas de identificación y resolución de problemas, Consorcio Hospital General Universitario, Valencia, España.
- SEN H. HIRANO (1991). Poka Yoke: Mejorando la Calidad del Producto Evitando los Defectos, Edición Ilustrada. Kentucky, Estados Unidos, Taylor & Francis.

## 8.2 FUENTES SECUNDARIAS

- RAFAEL CARLOS CABRERA, Manual de *Lean Manufacturing* TPS Americanizado, [En Línea] Disponible en: [http://www.academia.edu/5205722/Manual de Lean Manufacturing TPS Americanizado](http://www.academia.edu/5205722/Manual_de_Lean_Manufacturing_TPS_Americanizado) Recuperado el 19 de febrero de 2015.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD, 5 ¿Por qué?, [En línea], Disponible en: <http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/5-porque> Recuperado el 27 de julio de 2015.

## 9. RECURSOS

### RECURSOS HUMANOS

Tabla 9  
*Análisis de Recursos Humanos*

#	NOMBRES Y APELLIDOS	PROFESIÓN	FUNCIÓN BÁSICA	DEDICACIÓN	DURACIÓN	COSTO
1	Jhonathan Alexander Sánchez Cardona	Ingeniero Industrial	Concepción del problema y desarrollo total del proyecto	20 horas por semana	7 meses	\$ 7.409.000
2	Operarios Alistamiento	Técnicos Operarios	Asistencia a Capacitación	51.37 horas	4 sesiones	\$ 878.500

Fuente: Propia

### RECURSOS FINANCIEROS

Tabla 10  
*Análisis de Recursos Financieros*

Concepto	Observacion	Costo	Cantidad	Total
Mano de Obra	Tiempo Invertido Ingeniero de Calidad (20 horas semanales)	\$ 11.950	620	\$ 7.409.000
Herramienta	Poka Yoke para corte de empaque	\$ 15.000	1	\$ 15.000
Herramienta	Poka Yoke para instalacion de soporte de tapas	\$ 35.000	1	\$ 35.000
Herramienta	Poka Yoke para corte de cable	\$ 25.000	1	\$ 25.000
Herramienta	Jidoka para verificacion de distancias de aislamiento	\$ 30.000	2	\$ 60.000
Capacitación	Capacitacion Alistamiento - Lista de Verificacion y Manual	\$ 4.275	161,5	\$ 690.413
Capacitación	Capacitacion Poka Yokes y Jidokas	\$ 4.275	36	\$ 153.900
Capacitación	Divulgacion Familia de defectos	\$ 4.275	3	\$ 12.825
Capacitación	Divulgacion Poka Yokes y Jidokas	\$ 4.275	5	\$ 21.375
			<b>Total Costo Financiero</b>	<b>\$ 8.422.513</b>

Fuente: Propia

## ¿QUÉ TIPO DE APOYO NECESITAMOS?

Para llevar a cabo satisfactoriamente el proyecto necesitaremos los siguientes recursos y contribuciones:

**Económico:** Contar con la aprobación de la gerencia de producción para disponer de la materia prima y las maquinas necesarias para la fabricación de los *Poka Yokes* y el desarrollo de las ideas de mejora.

**Económico:** Contar con la colaboración del departamento de Fabricación Metalmecánica en lo que corresponda a la fabricación de las herramientas diseñadas.

**Informativo:** El suministro por parte de Schneider Electric de la información relacionada con el ensamble de tableros Blokset, así como los estudios de tiempos y movimientos realizados anteriormente.

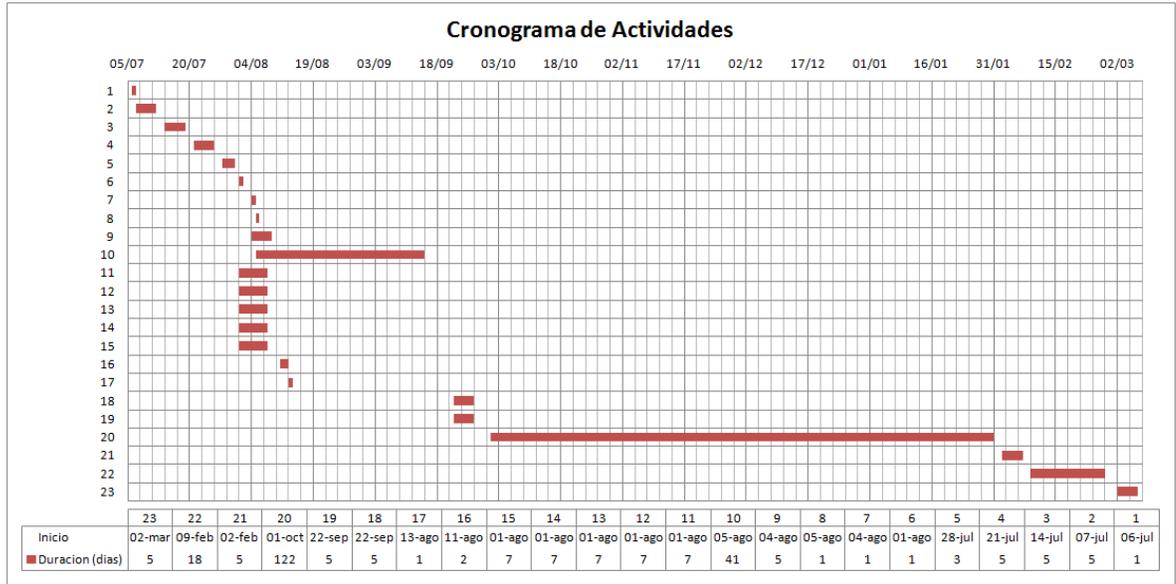
**Informativo:** Seguimiento y retroalimentación del Ingeniero Jairo Romero durante el desarrollo del proyecto

## TOTAL DE RECURSOS ECONÓMICOS REQUERIDOS

\$ 8.422.513

# 10. CRONOGRAMA

Gráfica 13  
Cronograma de Actividades



Fuente: Propia

## FORMATO DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

Tabla 11  
*Formato de seguimiento por actividades*

Actividad	Fecha Inicio	Fecha Limite	% de Cumplimiento
Definir el problema a ser abordado	06-jul	07-jul	100%
Reunir documentación técnica y estadística relacionada con el problema	07-jul	12-jul	100%
Evaluar el entorno del problema	14-jul	19-jul	100%
Determinar y analizar las barreras operativas que aumentan los tiempos en el ensamble de tableros Blokset durante la etapa de alistamiento	21-jul	26-jul	100%
Diseñar, evaluar y proponer las soluciones que aumentarían la eficiencia un 39% en la etapa de alistamiento	28-jul	31-jul	100%
Elaborar un sistema de evaluación y control para el proyecto	01-ago	02-ago	100%
Determinar los recursos disponibles y el presupuesto necesario para la implementación del proyecto	04-ago	05-ago	100%
Capacitar al personal en Poka Yokes y Jidokas	05-ago	06-ago	100%
Organizar las operaciones de alistamiento de manera ordenada y consecutiva	04-ago	09-ago	100%
Crear Manual de alistamiento y Lista de Verificación	05-ago	15-sep	100%
Diseñar y fabricar Poka Yoke para corte de empaque	01-ago	08-ago	100%
Diseñar y fabricar Poka Yoke para instalación de soporte de tapas	01-ago	08-ago	100%
Diseñar y fabricar Poka Yoke para corte de cable	01-ago	08-ago	100%
Diseñar y fabricar Jidoka para verificación de distancias de aislamiento	01-ago	08-ago	100%
Diseñar y fabricar Poka Yoke para instalación de símbolo rayo	01-ago	08-ago	100%
Crear instructivos para usar los Poka Yokes y Jidokas	11-ago	13-ago	100%
Divulgar Poka Yokes y Jidokas elaborados	13-ago	14-ago	100%
Capacitar al personal en actividades de alistamiento	22-sep	27-sep	100%
Capacitar al personal en manual y lista de verificación de alistamiento	22-sep	27-sep	100%
Realizar seguimiento a las acciones de mejora ejecutadas	01-oct	31-ene	100%
Determinar la eficiencia conseguida en la etapa de alistamiento después de implementar las soluciones planteadas	02-feb	07-feb	100%
Presentar resultados del proyecto al Ingeniero Jairo Romero Martínez	09-feb	27-feb	100%
Realizar correcciones o recomendaciones propuestas (Ajustar el Proyecto)	02-mar	07-mar	100%

Fuente: Propia

## 11. PUESTA EN MARCHA

### 11.1 PROPUESTAS DE *POKA YOKES*, *JIDOKAS* Y UTILLAJES

#### 11.1.1 *POKA YOKE* - CORTE DE EMPAQUES INTERMEDIOS

Se diseñó y fabricó el *Poka Yoke* # 6672 llamado “Corte de Empaques Intermedios”, el cual está diseñado con el fin de cortar los extremos de los empaques planos según el tipo de bisagra sobre la cual serán instalados.

Se debe evaluar donde se ubicará el empaque para determinar el tipo de corte requerido según la bisagra, luego ubicar el *Poka Yoke* sobre una de las esquinas del empaque y cortar con un bisturí afilado.

Esto le permite al ensamblador disminuir tiempos de operación ya que no tiene la necesidad de medir cada vez que requiere cortar, además se garantiza un adecuado y estandarizado corte.

Gráfica 14

*Poka Yoke* 6672 y su utilización



Fuente: Propia

### 11.1.2 POKA YOKE - CORTE DE EMPAQUES INFERIORES

Se diseñó y fabricó el *Poka Yoke* # 6673 llamado "Corte de Empaques Inferiores", el cual está diseñado con el fin de cortar los extremos de los empaques planos según el tipo de bisagra sobre la cual serán instalados.

Se debe evaluar donde se ubicará el empaque para determinar el tipo de corte requerido según la bisagra, luego ubicar el *Poka Yoke* sobre una de las esquinas del empaque y cortar con un bisturí afilado.

Esto le permite al ensamblador disminuir tiempos de operación ya que no tiene la necesidad de medir cada vez que requiere cortar, además se garantiza un adecuado y estandarizado corte.

Gráfica 15  
*Poka Yoke 6673 y su utilización*



Fuente: Propia

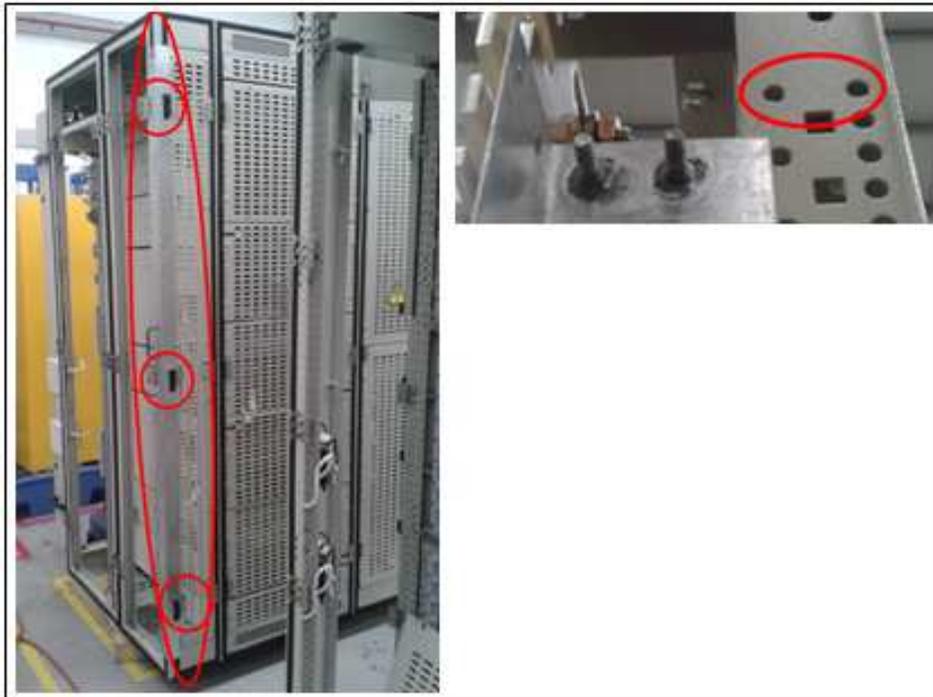
### 11.1.3 POKA YOKE - INSTALACIÓN DE SOPORTES DE TAPAS FINALES LATERALES Y POSTERIORES - SEGÚN NORMA AS3439-1

Se diseñó y fabricó el *Poka Yoke* # 6668 llamado “Instalación de Soportes de Tapas Finales Laterales y Posteriores - Según Norma AS3439-1”, el cual está diseñado con el fin de instalar los soportes de las tapas finales.

Para utilizarlo, los dos tornillos ubicados en el extremo del *Poka Yoke* deben ser introducidos en las dos primeras perforaciones superiores que hacen parte del conjunto de perforaciones del paral correspondiente. Luego se deben instalar los soportes de tapas finales (arañas) en el paral según la indicación del *Poka Yoke*, el cual cuenta con varios cortes diseñados para tal fin. Este *Poka Yoke* cuenta con la versión derecha e izquierda respectivamente y debe ser utilizado en los casos donde la celda este diseñada bajo la norma contra arco interno AS3439-1

Los ensambladores minimizaron su tiempo de ensamble ya que no tienen que medir con el flexómetro, marcar y ensamblar, además, se estandarizó la instalación de estos soportes y no han incurrido en errores de ensamble que provocan aumento de tiempos en reprocesos.

Gráfica 16  
*Poka Yoke 6668 y su utilización*



Fuente: Propia

#### 11.1.4 POKA YOKE - INSTALACIÓN DE SOPORTES DE TAPAS FINALES LATERALES Y POSTERIORES - SEGÚN NORMA IEC61641

Se diseñó y fabricó el *Poka Yoke* # 6669 llamado “Instalación de Soportes de Tapas Finales Laterales y Posteriores - Según Norma IEC61641”, el cual está diseñado con el fin de instalar los soportes de las tapas finales.

Para utilizarlo, los dos tornillos ubicados en el extremo del *Poka Yoke* deben ser introducidos en las dos primeras perforaciones superiores que hacen parte del conjunto de perforaciones del paral correspondiente. Luego se deben instalar los soportes de tapas finales (arañas) en el paral según la indicación del *Poka Yoke*, el cual cuenta con varios cortes diseñados para tal fin. Este *Poka Yoke* cuenta con la versión derecha e izquierda respectivamente y debe ser utilizado en los casos donde la celda este diseñada bajo la norma contra arco interno IEC61641.

Los ensambladores minimizaron su tiempo de ensamble ya que no tienen que medir con el flexómetro, marcar y ensamblar, además, se estandarizó la instalación de estos soportes y no han incurrido en errores de ensamble que provocan aumento de tiempos en reprocesos.

Gráfica 17  
*Poka Yoke 6669 y su utilización*



Fuente: Propia

### 11.1.5 POKA YOKE - INSTALACIÓN DE SÍMBOLO RAYO EN PUERTAS

Se diseñó y fabricó el *Poka Yoke* # 7139 llamado “Instalación de Símbolo Rayo en Puertas”, el cual está diseñado con el fin de instalar los símbolos de riesgo eléctrico en las tapas posteriores.

Para utilizarlo, se debe ubicar el *Poka Yoke* en la parte inferior de las manijas de la puerta de manera que los trazos rojos de los extremos queden alineados con los bordes internos de las manijas, luego se procede a colocar los adhesivos tomando como punto de referencia los dos trazos en rojo ubicados al interno del *Poka Yoke*.

Esto reduce los tiempos en la instalación de símbolos de advertencia ya que los ensambladores no tienen la necesidad de que midan con el flexómetro cada vez que necesiten instalarlos, además se eliminan las observaciones por parte de control calidad en lo que corresponde a la instalación de las placas de advertencia.

Gráfica 18  
*Poka Yoke 7139 y su utilización*



Fuente: Propia

### 11.1.6 POKA YOKE - CORTE DE CABLEADO INTERCONEXIONES

Se diseñó y fabricó el utillaje # 7140 llamado “Corte de Cableado para Interconexiones”, el cual está diseñado con el fin de cortar los cables requeridos para las interconexiones.

Para utilizarlo, se debe determinar la longitud y cantidad de cables requerida. Si se requieren 100 cables de 1 metro ubicamos los toques a 50 cm entre sí, luego hacemos girar el cable 100 veces sobre los toques y por último se debe cortar en cualquier punto la totalidad de los cables.

Esto reduce los tiempos de alistamiento de cable para interconexiones, ya que los cableadores no tienen la necesidad de medir y cortar cable por cable.

Gráfica 19  
*Poka Yoke 7140 y su utilización*



Fuente: Propia

### 11.1.7 *JIDOKA* - VERIFICACIÓN DE DISTANCIAS DE AISLAMIENTO EN CELDAS DE BAJA TENSIÓN

Se diseñó y fabricó el *Jidoka* # 7129 llamado “Verificación de Distancias de Aislamiento en celdas de Baja Tensión”, el cual está diseñado con el fin de verificar las distancias de aislamiento en las fases del barraje. El *Jidoka* está diseñado con un diámetro de 8 y 14 mm respectivamente con el fin de comprobar la distancia entre Fase-Fase y Fase-Tierra según la Tensión Básica de Impulso (BIL).

El ensamblador solo deberá pasar los cilindros entre las áreas que deba comprobar y en caso de que no llegue a pasar el cilindro entre las dos líneas.

El *Jidoka* facilita la inspección de las distancias de aislamiento en las celdas Blokset y detectará los defectos antes de instalar las formas y tapas finales.

Gráfica 20  
*Jidoka 7129 y su utilización*



Fuente: Propia

## 11.2 PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN DE ACTIVIDADES

Con base en el diagrama de flujo presentado, se estableció un orden secuencial de actividades, se organizó y estandarizó el proceso de alistamiento. (Ver Anexo 7).

## 11.3 PROPUESTA DE MANUAL Y GUÍA DE ALISTAMIENTO

Luego de determinar, organizar y estandarizar las actividades de alistamiento, se creó el manual y la guía de alistamiento, los cuales permiten auto capacitar al personal en cada actividad y llevar un registro paso a paso de lo que van realizando en la celda durante la etapa final.

Tabla 12

*Encabezado lista de chequeo de alistamiento*

ACTIVIDADES DE ALISTAMIENTO INSPECCION Y AUTO CONTROL DE CELDAS BLOKSET		Schneider Electric	
Cliente	Ecopetrol		
Ensamblador Lider	***		
PEDIDO	12121221		
OT	234234		
Consecutivo Celda	***		
Tipo de Celda	TIPO D		
Numero de Celdas	2		
Grado de Proteccion	IP 42		
Norma Arco Interno	IEC 61641		
Forma del Tablero	FORMA 4B		
Marcacion en Barras	L1-L2-L3		
¿Mantas en Puntos de Contacto?	SI		
¿Apertura Contempla Espumas inhibidoras?	SI		
¿Apertura Contempla Extensiones de Calefacción?	SI		
¿Apertura Contempla Inhibidor en tornilleria?	SI		
¿Alimentacion de Interruptores Aguas Abajo?	NO		
¿Apertura Contempla Enclavamiento a Puerta en Interruptores Masterpact?	SI		




Fuente: Propia

Tabla 13  
Lista de chequeo dinámica de alistamiento

ACTIVIDADES DE ALISTAMIENTO INSPECCION Y AUTO CONTROL DE CELDAS BLOKSET										
Cliente		Ecopetrol								
Ensamblador Lider		XXX								
PEDIDO		1212121								
OT		234234								
Consecutivo Celda		XXX								
Operaciones a ser cumplidas	Ejecute y Cableado						Calidad			
	¿CUMPLIDO?			Código quien reporta	Fecha y Hora	¿APROBADO?			Código quien aprueba	Fecha y Hora
	SI	NO	N/A			SI	NO	N/A		
Solucion a Protocalar	VER	1	X			27/12/2013 10:54				
Tornilleria de acople M10 en barraje	VER	2	X			10/03/2014 14:53	X			10/03/2014 14:53
Cablear de acople en barraje horizontal	VER	3	X			10/03/2014 14:53		X		10/03/2014 14:53
Tornilleria de acople M6 en estructura	VER	4	X			27/12/2013 10:57				
Paracablear	VER	5	X			27/12/2013 10:59				
Tornilleria en Conexión de Cliente	VER	6	X			27/12/2013 11:01				
Placar	VER	7	X			27/12/2013 11:02				
Identificación de barraje	L1-L2-L3	8	X			27/12/2013 11:04				
Sticker Ambiental	VER	9	X			27/12/2013 11:06				
Sticker Int Alimentada por Abaja NWHT/NSH	VER	10	X			10/03/2014 13:54				
Marquillar de Equipar y Cablear	VER	11	X			27/12/2013 11:16				
Palicabanotar Finalor - AS3439-1	VER	12	X			27/12/2013 11:25				
Palicabanotar Finalor - IEC61641	VER	13	X			27/12/2013 11:25				
Tapar de Canalota	VER	14	X			27/12/2013 11:26				
Saparter Amarra Cablear	VER	15	X			27/12/2013 11:28				
Cubre Barner Interruptoraz Tipo D, MF, MS	VER	16	X			27/12/2013 11:30				
Cubre Barner Interruptoraz Gavetar	VER	17	X			27/12/2013 11:32				
Cubre Barner Micrar on Gavetar	VER	18	X			27/12/2013 11:35				
Fronto Muerta	VER	19	X			27/12/2013 11:35				
Farmar Obturadaraz MW	VER	20	X			27/12/2013 11:36				
Palanca para Manipulacion de Gavetar	VER	21	X			27/12/2013 11:38				
Instruccion de Accionamiento Gavetar	VER	22	X			27/12/2013 11:40				
Empaqueo (Puertar, Tapar, Acopleo)	IP 42	23	X			27/12/2013 11:44				
Empaqueo (Puertar, Tapar, Acopleo)	IP 42	24	X			27/12/2013 11:44				
Enclavamiento a Puerta Martor pact	VER	25	X			27/12/2013 11:46				
<b>Operacionar on Gavetar MW</b>										
Clevar Mecanicar de Gaveta	VER	26	X			27/12/2013 11:48				
Contacto de Pinzar con barraje de entrada y salida	VER	27	X			27/12/2013 11:49				
Intercambiabilidad dentro gavetar de la misma potencia	VER	28	X			27/12/2013 11:50				
<b>GAVETA EN CONECTADO</b>										
Dúparaz y zo de joro armar	VER	29	X			27/12/2013 11:56				
<b>GAVETA EN PRUEBA</b>										
Dúparaz y zo de joro armar	VER	29	X			27/12/2013 11:56				
<b>FUNCIONAMIENTO DE PUERTAS MW</b>										
Funcionamiento de puerta on paricion Cono-ctada	VER	30	X			27/12/2013 11:56				
Funcionamiento de puerta on paricion Prueba	VER	30	X			27/12/2013 11:56				
Funcionamiento de puerta on paricion Des-cono-ctada	VER	30	X			27/12/2013 11:56				
Calibracion de Puertar	VER	31	X			27/12/2013 11:58				
Erpumar Inhibidaraz	VER	32	X			10/03/2014 13:54				
Montar on puntar de contacto de barraje	VER	33	X			10/03/2014 13:53				
Farma 2B	Farma 4b	34	X			27/12/2013 12:03				
Farma 3B	Farma 4b	35	X			27/12/2013 12:03				
Farma 4B	Farma 4b	36	X			27/12/2013 12:04				
Simbalar Raya	VER	37	X			27/12/2013 12:05				
Limpieza	VER	38	X			30/12/2013 07:31				
Rayaner	VER	39	X			30/12/2013 07:32				
Inhibidar	VER	40	X			30/12/2013 07:32				
Tochar - Seqón AS3439-1- IP 31	VER	41	X			30/12/2013 07:35				
Tochar - Seqón AS3439-1- IP 20 - 42 - 54	VER	42	X			30/12/2013 07:35				
Tochar - Seqón IEC61641	VER	43	X			30/12/2013 07:39				
Tapar Finalor Latoralor - Seqón AS3439-1	VER	44	X			30/12/2013 07:47				
Tapar Finalor Latoralor - Seqón AS3439-1- IP 31	VER	45	X			30/12/2013 07:47				
Tapar Finalor Latoralor - Seqón IEC61641	VER	46	X			30/12/2013 07:47				
Tapar Finalor Partoriaror - Seqón AS3439-1	VER	47	X			30/12/2013 07:50				
Tapar Finalor Partoriaror - Seqón IEC61641	VER	48	X			30/12/2013 07:51				
Extoriar de Calefaccian	VER	49	X			30/12/2013 07:53				

Fuente: Propia

# Gráfica 21

## Manual de alistamiento

Fecha: 11 de Septiembre de 2014	Pág: 1 de 55	MANUAL DE ALISTAMIENTO DE CELDAS BLOKSET	
------------------------------------	-----------------	---	--

# MANUAL DE ALISTAMIENTO DE CELDAS BLOKSET

Schneider Electric De Colombia S.A. Centro de Atención Clientes  
 P. Urea, Corriente Industrial Calle Trade Park  
 Lote 128 y 129 con T.1 Autopista Bogotá - Itaipaví  
 Tel: 87 (1) 48 8700  
 Horario: Lunes 9:00 a 18:00 - 24  
 Tel: 87 (1) 48 8700

CAC (1) 4289792 - 01 900 33 12348  
[www.schneider-electric.com.co](http://www.schneider-electric.com.co)

1

Schneider Electric De Colombia S.A. Centro de Atención Clientes  
 P. Urea, Corriente Industrial Calle Trade Park  
 Lote 128 y 129 con T.1 Autopista Bogotá - Itaipaví  
 Tel: 87 (1) 48 8700  
 Horario: Lunes 9:00 a 18:00 - 24  
 Tel: 87 (1) 48 8700

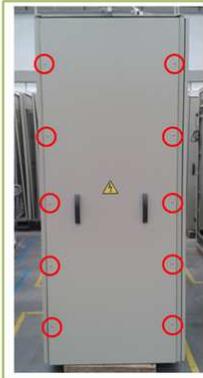
CAC (1) 4289792 - 01 900 33 12348  
[www.schneider-electric.com.co](http://www.schneider-electric.com.co)

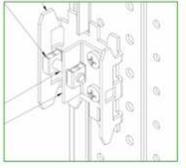
2

---

Fecha: 11 de Septiembre de 2014	Pág: 53 de 55	MANUAL DE ALISTAMIENTO DE CELDAS BLOKSET	
------------------------------------	------------------	---	--

### 48. TAPAS FINALES POSTERIORES –SEGUN OPCION DE ARCO INTERNO NORMA IEC61641





Las tapas posteriores que están diseñadas con opción de arco interno norma IEC61641 tienen 10 perforaciones en total. Deben ser instaladas después de que control calidad valide el adecuado alistamiento al interior de las celdas. Adherir símbolo rayo como advertencia de riesgo eléctrico, centrado y alineado. Toda celda debe llevar tapas posteriores a no ser que el tren de celdas contemple acoples Back to Back. Los soportes de tapas (arañas) deben llevar un complemento "L de 45" con caja tuerca M8 Tipo B

Schneider Electric De Colombia S.A. Centro de Atención Clientes  
 P. Urea, Corriente Industrial Calle Trade Park  
 Lote 128 y 129 con T.1 Autopista Bogotá - Itaipaví  
 Tel: 87 (1) 48 8700  
 Horario: Lunes 9:00 a 18:00 - 24  
 Tel: 87 (1) 48 8700

CAC (1) 4289792 - 01 900 33 12348  
[www.schneider-electric.com.co](http://www.schneider-electric.com.co)

53

Schneider Electric De Colombia S.A. Centro de Atención Clientes  
 P. Urea, Corriente Industrial Calle Trade Park  
 Lote 128 y 129 con T.1 Autopista Bogotá - Itaipaví  
 Tel: 87 (1) 48 8700  
 Horario: Lunes 9:00 a 18:00 - 24  
 Tel: 87 (1) 48 8700

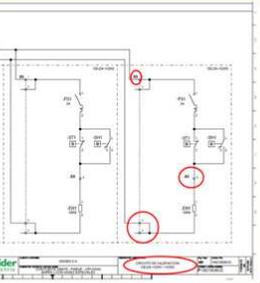
CAC (1) 4289792 - 01 900 33 12348  
[www.schneider-electric.com.co](http://www.schneider-electric.com.co)

54

---

Fecha: 11 de Septiembre de 2014	Pág: 54 de 55	MANUAL DE ALISTAMIENTO DE CELDAS BLOKSET	
------------------------------------	------------------	---	--

### 48. EXTENSION DE CALEFACCION

Es necesario instalar en todas las celdas la extensión de calefacción, la cual servirá para evitar la presencia de humedad en el interior del tablero por si llega a ser almacenado. La extensión de calefacción será conectada según el plano del circuito de calefacción, en la bornera -X0, bien sea en los puntos 3 o 4 para una de las terminales y en el punto 5 para la otra. La extensión deberá ubicarse al exterior de la celda.

#### CONTROL DE CAMBIOS

INDICE DE REVISION	FECHA	NATURALEZA DE LA MODIFICACION	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por
01	11-09-2014	Creación del manual	Jonathan BANCHEZ Cargo: Inspector Calidad	Nombre: Juan Torres Cargo: Inspector Calidad	Nombre: Juan Paez Cargo: Jefe Control Calidad

Schneider Electric De Colombia S.A. Centro de Atención Clientes  
 P. Urea, Corriente Industrial Calle Trade Park  
 Lote 128 y 129 con T.1 Autopista Bogotá - Itaipaví  
 Tel: 87 (1) 48 8700  
 Horario: Lunes 9:00 a 18:00 - 24  
 Tel: 87 (1) 48 8700

CAC (1) 4289792 - 01 900 33 12348  
[www.schneider-electric.com.co](http://www.schneider-electric.com.co)

54

Schneider Electric De Colombia S.A. Centro de Atención Clientes  
 P. Urea, Corriente Industrial Calle Trade Park  
 Lote 128 y 129 con T.1 Autopista Bogotá - Itaipaví  
 Tel: 87 (1) 48 8700  
 Horario: Lunes 9:00 a 18:00 - 24  
 Tel: 87 (1) 48 8700

CAC (1) 4289792 - 01 900 33 12348  
[www.schneider-electric.com.co](http://www.schneider-electric.com.co)

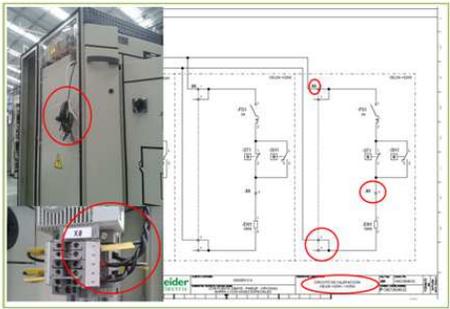
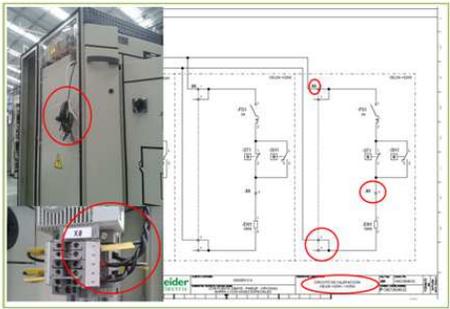
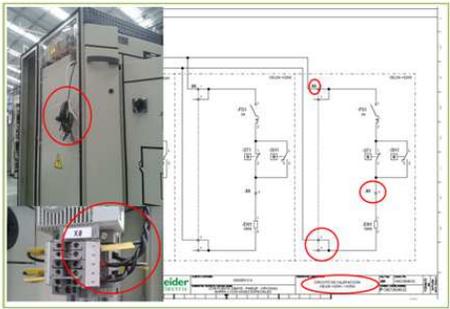
54

Fuente: Propia

## 11.4 CAPACITACIONES REALIZADAS

### 11.4.1 CAPACITACIÓN EN ALISTAMIENTO – MANUAL Y GUÍA DE ALISTAMIENTO

Gráfica 22  
Capacitación para el Manual de Alistamiento

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: 8px;">Fecha: 11 de Septiembre de 2014</td> <td style="font-size: 8px;">Pág: 1 de 55</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 8px;">Código: COPRIVOS</td> <td style="font-size: 8px;">Versión: 01</td> </tr> </table>	Fecha: 11 de Septiembre de 2014	Pág: 1 de 55	Código: COPRIVOS	Versión: 01	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: 8px;">MANUAL DE ALISTAMIENTO DE CELDAS BLOKSET</td> <td style="text-align: right; font-size: 8px;"></td> </tr> </table>	MANUAL DE ALISTAMIENTO DE CELDAS BLOKSET																										
Fecha: 11 de Septiembre de 2014	Pág: 1 de 55																															
Código: COPRIVOS	Versión: 01																															
MANUAL DE ALISTAMIENTO DE CELDAS BLOKSET																																
<h1 style="color: green; margin: 0;">MANUAL DE ALISTAMIENTO DE CELDAS BLOKSET</h1>																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: 8px;">Fecha: 11 de Septiembre de 2014</td> <td style="font-size: 8px;">Pág: 54 de 55</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 8px;">Código: COPRIVOS</td> <td style="font-size: 8px;">Versión: 01</td> </tr> </table> </td> <td style="width: 25%; text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: 8px;">MANUAL DE ALISTAMIENTO DE CELDAS BLOKSET</td> <td style="text-align: right; font-size: 8px;"></td> </tr> </table> </td> <td style="width: 50%; padding: 10px;"> <p style="text-align: center; color: green; font-weight: bold; font-size: 10px;">48. EXTENSION DE CALEFACCION</p>  <p style="font-size: 8px;">Es necesario instalar en todas las celdas la extensión de calefacción, la cual servirá para evitar la presencia de humedad en el interior del tablero por si llega a ser almacenado. La extensión de calefacción será conectada según el plano del circuito de calefacción, en la bornera -X0, bien sea en los puntos 3 o 4 para una de las terminales y en el punto 5 para la otra. La extensión deberá ubicarse al exterior de la celda.</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center; padding: 10px;"> <p style="text-align: center; color: green; font-weight: bold; font-size: 10px;">CONTROL DE CAMBIOS</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 8px;"> <thead> <tr style="background-color: #006633; color: white;"> <th>INDICE DE REVISION</th> <th>FECHA</th> <th>NATURALEZA DE LA MODIFICACION</th> <th>Elaborado por</th> <th>Revisado por</th> <th>Aprobado por</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">11-SEP-2014</td> <td style="text-align: center;">Creación del manual</td> <td style="text-align: center;">Jhonatan Sánchez Cargo: Inspector Calidad</td> <td style="text-align: center;">Nombre: Iván Torres Cargo: Inspector Calidad</td> <td style="text-align: center;">Nombre: Juan Páez Cargo: Jefe Control Calidad</td> </tr> </tbody> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="font-size: 8px; padding: 10px;"> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%;">                 Schneider Electric De Colombia S.A.                  Calle 103 y 108 con T-1 Avenida Bogotá - Colombia                  Tel: 57 (1) 49 8404                  Correo: <a href="mailto:ventas@schneider-electric.com.co">ventas@schneider-electric.com.co</a> </td> <td style="width: 33%; text-align: center;">                 Centro de Atención Cliente  <a href="mailto:schneider@schneider-electric.com.co">schneider@schneider-electric.com.co</a>                  CAC (1) 439793 - 01 900 33 12345  <a href="http://www.schneider-electric.com.co">www.schneider-electric.com.co</a> </td> <td style="width: 33%; text-align: right;"> </td> </tr> </table> </td> </tr> </table>			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: 8px;">Fecha: 11 de Septiembre de 2014</td> <td style="font-size: 8px;">Pág: 54 de 55</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 8px;">Código: COPRIVOS</td> <td style="font-size: 8px;">Versión: 01</td> </tr> </table>	Fecha: 11 de Septiembre de 2014	Pág: 54 de 55	Código: COPRIVOS	Versión: 01	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: 8px;">MANUAL DE ALISTAMIENTO DE CELDAS BLOKSET</td> <td style="text-align: right; font-size: 8px;"></td> </tr> </table>	MANUAL DE ALISTAMIENTO DE CELDAS BLOKSET		<p style="text-align: center; color: green; font-weight: bold; font-size: 10px;">48. EXTENSION DE CALEFACCION</p>  <p style="font-size: 8px;">Es necesario instalar en todas las celdas la extensión de calefacción, la cual servirá para evitar la presencia de humedad en el interior del tablero por si llega a ser almacenado. La extensión de calefacción será conectada según el plano del circuito de calefacción, en la bornera -X0, bien sea en los puntos 3 o 4 para una de las terminales y en el punto 5 para la otra. La extensión deberá ubicarse al exterior de la celda.</p>	<p style="text-align: center; color: green; font-weight: bold; font-size: 10px;">CONTROL DE CAMBIOS</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 8px;"> <thead> <tr style="background-color: #006633; color: white;"> <th>INDICE DE REVISION</th> <th>FECHA</th> <th>NATURALEZA DE LA MODIFICACION</th> <th>Elaborado por</th> <th>Revisado por</th> <th>Aprobado por</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">11-SEP-2014</td> <td style="text-align: center;">Creación del manual</td> <td style="text-align: center;">Jhonatan Sánchez Cargo: Inspector Calidad</td> <td style="text-align: center;">Nombre: Iván Torres Cargo: Inspector Calidad</td> <td style="text-align: center;">Nombre: Juan Páez Cargo: Jefe Control Calidad</td> </tr> </tbody> </table>			INDICE DE REVISION	FECHA	NATURALEZA DE LA MODIFICACION	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	01	11-SEP-2014	Creación del manual	Jhonatan Sánchez Cargo: Inspector Calidad	Nombre: Iván Torres Cargo: Inspector Calidad	Nombre: Juan Páez Cargo: Jefe Control Calidad	<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%;">                 Schneider Electric De Colombia S.A.                  Calle 103 y 108 con T-1 Avenida Bogotá - Colombia                  Tel: 57 (1) 49 8404                  Correo: <a href="mailto:ventas@schneider-electric.com.co">ventas@schneider-electric.com.co</a> </td> <td style="width: 33%; text-align: center;">                 Centro de Atención Cliente  <a href="mailto:schneider@schneider-electric.com.co">schneider@schneider-electric.com.co</a>                  CAC (1) 439793 - 01 900 33 12345  <a href="http://www.schneider-electric.com.co">www.schneider-electric.com.co</a> </td> <td style="width: 33%; text-align: right;"> </td> </tr> </table>			Schneider Electric De Colombia S.A. Calle 103 y 108 con T-1 Avenida Bogotá - Colombia Tel: 57 (1) 49 8404 Correo: <a href="mailto:ventas@schneider-electric.com.co">ventas@schneider-electric.com.co</a>	Centro de Atención Cliente <a href="mailto:schneider@schneider-electric.com.co">schneider@schneider-electric.com.co</a> CAC (1) 439793 - 01 900 33 12345 <a href="http://www.schneider-electric.com.co">www.schneider-electric.com.co</a>	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: 8px;">Fecha: 11 de Septiembre de 2014</td> <td style="font-size: 8px;">Pág: 54 de 55</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 8px;">Código: COPRIVOS</td> <td style="font-size: 8px;">Versión: 01</td> </tr> </table>	Fecha: 11 de Septiembre de 2014	Pág: 54 de 55	Código: COPRIVOS	Versión: 01	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: 8px;">MANUAL DE ALISTAMIENTO DE CELDAS BLOKSET</td> <td style="text-align: right; font-size: 8px;"></td> </tr> </table>	MANUAL DE ALISTAMIENTO DE CELDAS BLOKSET		<p style="text-align: center; color: green; font-weight: bold; font-size: 10px;">48. EXTENSION DE CALEFACCION</p>  <p style="font-size: 8px;">Es necesario instalar en todas las celdas la extensión de calefacción, la cual servirá para evitar la presencia de humedad en el interior del tablero por si llega a ser almacenado. La extensión de calefacción será conectada según el plano del circuito de calefacción, en la bornera -X0, bien sea en los puntos 3 o 4 para una de las terminales y en el punto 5 para la otra. La extensión deberá ubicarse al exterior de la celda.</p>																								
Fecha: 11 de Septiembre de 2014	Pág: 54 de 55																															
Código: COPRIVOS	Versión: 01																															
MANUAL DE ALISTAMIENTO DE CELDAS BLOKSET																																
<p style="text-align: center; color: green; font-weight: bold; font-size: 10px;">CONTROL DE CAMBIOS</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 8px;"> <thead> <tr style="background-color: #006633; color: white;"> <th>INDICE DE REVISION</th> <th>FECHA</th> <th>NATURALEZA DE LA MODIFICACION</th> <th>Elaborado por</th> <th>Revisado por</th> <th>Aprobado por</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">11-SEP-2014</td> <td style="text-align: center;">Creación del manual</td> <td style="text-align: center;">Jhonatan Sánchez Cargo: Inspector Calidad</td> <td style="text-align: center;">Nombre: Iván Torres Cargo: Inspector Calidad</td> <td style="text-align: center;">Nombre: Juan Páez Cargo: Jefe Control Calidad</td> </tr> </tbody> </table>			INDICE DE REVISION	FECHA	NATURALEZA DE LA MODIFICACION	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	01	11-SEP-2014	Creación del manual	Jhonatan Sánchez Cargo: Inspector Calidad	Nombre: Iván Torres Cargo: Inspector Calidad	Nombre: Juan Páez Cargo: Jefe Control Calidad																		
INDICE DE REVISION	FECHA	NATURALEZA DE LA MODIFICACION	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por																											
01	11-SEP-2014	Creación del manual	Jhonatan Sánchez Cargo: Inspector Calidad	Nombre: Iván Torres Cargo: Inspector Calidad	Nombre: Juan Páez Cargo: Jefe Control Calidad																											
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%;">                 Schneider Electric De Colombia S.A.                  Calle 103 y 108 con T-1 Avenida Bogotá - Colombia                  Tel: 57 (1) 49 8404                  Correo: <a href="mailto:ventas@schneider-electric.com.co">ventas@schneider-electric.com.co</a> </td> <td style="width: 33%; text-align: center;">                 Centro de Atención Cliente  <a href="mailto:schneider@schneider-electric.com.co">schneider@schneider-electric.com.co</a>                  CAC (1) 439793 - 01 900 33 12345  <a href="http://www.schneider-electric.com.co">www.schneider-electric.com.co</a> </td> <td style="width: 33%; text-align: right;"> </td> </tr> </table>			Schneider Electric De Colombia S.A. Calle 103 y 108 con T-1 Avenida Bogotá - Colombia Tel: 57 (1) 49 8404 Correo: <a href="mailto:ventas@schneider-electric.com.co">ventas@schneider-electric.com.co</a>	Centro de Atención Cliente <a href="mailto:schneider@schneider-electric.com.co">schneider@schneider-electric.com.co</a> CAC (1) 439793 - 01 900 33 12345 <a href="http://www.schneider-electric.com.co">www.schneider-electric.com.co</a>																												
Schneider Electric De Colombia S.A. Calle 103 y 108 con T-1 Avenida Bogotá - Colombia Tel: 57 (1) 49 8404 Correo: <a href="mailto:ventas@schneider-electric.com.co">ventas@schneider-electric.com.co</a>	Centro de Atención Cliente <a href="mailto:schneider@schneider-electric.com.co">schneider@schneider-electric.com.co</a> CAC (1) 439793 - 01 900 33 12345 <a href="http://www.schneider-electric.com.co">www.schneider-electric.com.co</a>																															

Fuente: Propia

Por medio del manual y la guía de alistamiento se ofreció la capacitación respectiva al personal involucrado en este proceso. (Para verificar el registro de asistencia Ver Anexo 8)

## 11.4.2 CAPACITACIÓN *POKA YOKES, JIDOKAS* Y CERO DEFECTOS

Gráfica 23

Capacitación *Poka Yokes y Jidokas*

**Introducción a Poka Yoke, Jidoka y Cero Control Calidad**

Jhonathan Alexander Sánchez  
Inspector Control Calidad  
Agosto 2014  
Funza - Colombia

**Schneider Electric**

**DEFINICION DE POKA YOKE Y JIDOKA**

**POKA YOKE:** PREVIENE los defectos desde su realización.

- ✓ Antes de la fabricación de una pieza defectuosa.
- ✓ Elimina la causa de los errores.
- ✓ Es 100% Efectivo.

**JIDOKA:** EVITA que los defectos se transmitan a la siguiente etapa del proceso. Detecta de un modo automático los defectos que se puedan presentar durante un proceso.

- ✓ Verifica lo ocurrido inmediatamente después de una etapa del proceso.
- ✓ Verificación al 100%
- ✓ Es 100% efectivo, no requiere interpretación del operador.

Fuente: Propia

Se diseñó y ofreció una capacitación relacionada con los conceptos de *Poka Yoke*, *Jidoka* y Cero Defectos al personal del área de alistamiento. (Para verificar el registro de asistencia (Ver Anexo 9)

### 11.4.3 DIVULGACIÓN DE *POKA YOKES* Y *JIDOKAS* – HOJAS DE VIDA DE *POKA YOKES* Y *JIDOKAS*

Gráfica 24  
*Hoja de Vida de Poka Yokes y Jidokas*

		<b>Poka-Yoke</b> Corte de Empaques Intermedios		<b>Codigo Global:</b> 6672	
<b>CELULA:</b> Blokset		<b>TIPO DE CELDA:</b> Blokset General		<b>CODIGO REFERENCIA:</b> 6672	
<b>FECHA:</b> 13 de Agosto de 2014		<b>ESTACION:</b> Alistamiento Final		<b>PLANTA:</b> Funza - Baja Tension	
<b>POKAYOKE</b>			<b>UTILIZACION</b>		
					
<b>MODO DE USO:</b> Este poka yoke esta diseñado con el fin de cortar los extremos de los empaques planos según el tipo de bisagra sobre la cual serán instalados. Se debe evaluar donde se ubicara el empaque para determinar la longitud de corte requerido según el tipo de bisagra, luego ubicar el poka yoke sobre una de las esquinas del empaque y cortar con un bisturi afilado.					
<b>IMPACTO QUE PERCIBE EL CLIENTE:</b> Uniformidad y buen aspecto visual en los cortes de los empaques					
<b>IMPACTO INTERNO:</b> Esto le permite al ensamblador disminuir tiempos de operación ya que no tendría la necesidad de medir cada vez que requiera cortar, además se garantizara un adecuado y estandarizado corte.					
		<b>NOMBRE :</b> Jhonathan Sanchez		Juan Paez	
		<b>FIRMA :</b>			
		<b>FECHA :</b> 13 de Agosto de 2014		13 de Agosto de 2014	
		<b>ELABORÓ FORMATO</b>		<b>REVISÓ FORMATO</b>	

Fuente: Propia

Para los *Poka Yokes* y *Jidokas* creados se diseñó una hoja de vida por medio de la cual pueden consultar la información relacionada con el uso y beneficio de cada herramienta. (Fotografía de la herramienta, fotografía de cómo utilizarla, explicación textual de cómo usarla, impacto que percibe el cliente con el uso de la

herramienta, impacto interno y trazabilidad general). (Para verificar el registro de asistencia Ver Anexo 10 y para verificar la totalidad de hojas de vida para cada *Poka Yoke* y *Jidoka* ver Anexo 11)

## 11.5 INCLUSIÓN DE HERRAMIENTAS EN LA BASE DE DATOS MUNDIAL

Gráfica 25

*Inclusión de Poka Yokes y Jidokas en base de datos mundial*

ID	Fecha	Descripción del problema	Región	Responsable	Categoría	Tipo de herramienta	Descripción de la solución
6671	9/29/2014	Variación de medidas en el ensamble de interconexión de Barraje Horizontal y Vertical MW Instalación errada de piezas mecánicas en la celda. Aumento de tiempos muertos en reprocesos.	GSC EMEAS South America CO-Colombia Bogota	Jhonathan Sanchez	Power Business Low Voltage - LV Equipment (IEC & NEMA) Blokset equipment	Process	Se deben ubicar las barras como lo muestra la imagen superior derecha tomando los extremos de las barras con el inicio del Poka Yoke, el Poka Yoke ya cuenta con las dimensiones requeridas entre sí para la instalación de los esparragos. Se debe ajustar buscando que ambos pares de barras generen presión al centro. Tener en cuenta que entre dos barras deben instalarse calzos de cobre. A la izquierda se encuentran dos soportes con perforaciones que permiten insertar los esparragos de fibra y cortarlos por la ranura que se encuentra al extremo derecho del Poka Yoke. Esto permite cortar todos los esparragos a la misma medida y evita la necesidad de medir y marcar el punto de corte de cada esparrago.
6672	4/16/2014	Variación de medidas en corte e instalación de empaques intermedios en celdas Blokset Aumento de tiempos muertos en reprocesos.	GSC EMEAS South America CO-Colombia Bogota	Jhonathan Sanchez	Power Business Low Voltage - LV Equipment (IEC & NEMA) Blokset equipment	Process	Este poka yoke esta diseñado con el fin de cortar los extremos de los empaques planos según el tipo de bisagra sobre la cual serán instalados. Se debe evaluar donde se ubicara el empaque para determinar la longitud de corte requiendo según el tipo de bisagra, luego ubicar el poka yoke sobre una de las esquinas del empaque y cortar con un bisturí afilado.
6673	4/16/2014	Variación de medidas en el corte e instalación de empaques en los ángulos inferiores de las celdas Blokset. Aumento de tiempos muertos en reprocesos.	GSC EMEAS South America CO-Colombia Bogota	Jhonathan Sanchez	Power Business Low Voltage - LV Equipment (IEC & NEMA) Blokset equipment	Process	Este poka yoke esta diseñado con el fin de cortar los extremos de los empaques planos según el tipo de perfil inferior sobre el cual serán instalados. Se debe evaluar donde se ubicara el empaque para determinar la longitud de corte requiendo según el tipo de perfil inferior, luego ubicar el poka yoke sobre una de las esquinas del empaque y cortar con un bisturí afilado.
6674	4/16/2014	Variación de medidas en la instalación de placas de identificación y trazabilidad cuando las celdas llevan barraje inferior y deben ser instaladas en las puertas de ducto. Aumento de tiempos muertos en reprocesos.	GSC EMEAS South America CO-Colombia Bogota	Jhonathan Sanchez	Power Business Low Voltage - LV Equipment (IEC & NEMA) Blokset equipment	Process	El poka yoke aplica para las celdas que tienen barraje horizontal inferior y que deben identificarse en las puertas de ducto (derecho o izquierdo). El poka yoke debe ubicarse en la esquina superior de la puerta, el operario debe perforar la puerta con una broca 7/64" en los agujeros que tiene el poka yoke y que corresponden a las placas de identificación y trazabilidad.
6675	4/17/2014	Produit non marqué	GSC EMEAS France FR-France SFG - Chalon	Sylvie FLEURY	Power Business Final Distribution - FD Protection Devices Other IEC local MCBs	Process	Présence marquage et lisibilité du marquage
6676	4/17/2014	Cavalier pas mis	GSC EMEAS France FR-France SFG - Chalon	Sylvie FLEURY	Power Business Final Distribution - FD Protection Devices Other IEC local MCBs	Process	Détection par laser de la bonne pose du cavalier
6677	4/23/2014	Al retirar la carcasa plástica de las remachadoras no es posible tener acceso para retirar fácilmente el tapón que corresponde al cilindro de lubricación del mecanismo.	GSC EMEAS South America CO-Colombia Bogota	Jhonathan Sanchez	Power Business Low Voltage - LV Equipment (IEC & NEMA) Blokset equipment	Process	Inicialmente se debe retirar la carcasa plástica con el fin de tener contacto con el tapón del cilindro lubricante, luego se rosca el tornillo soldado en la perforación roscaada del tapón y por medio de presión y succión el tapón se retira fácilmente. Esta herramienta se elaboro ya que no era posible retirar el tapón sin tener la necesidad de desarmar toda la herramienta.

Fuente: Propia

La inclusión de los *Poka Yokes* y *Jidokas* en la base de datos mundial les permitirá a plantas de manufactura internacionales como Schneider Electric Brasil, Argentina, India, Turquía, China, Francia entre otras, adoptar estas mejoras propuestas en sus sistemas productivos.

El alcance del proyecto en este punto supera las expectativas, ya que los resultados obtenidos tras el despliegue del proyecto podrán beneficiar los indicadores de eficiencia en plantas de manufactura de países extranjeros.

## 12. RESULTADOS OBTENIDOS

Gracias a la aplicación en conjunto de las herramientas de mejora continua planteadas en el proyecto se logró el objetivo planteado, aumentando la eficiencia del personal de alistamiento y reduciendo los defectos de calidad correspondientes a sus actividades (Ver Anexo 3 y 4). El indicador para el último mes del 2014 logro un satisfactorio 90% cumpliendo la expectativa de la empresa y logrando una utilidad de \$ 2.400.000

Tabla 14  
*Resultados Obtenidos 2014*

<b>Prom Antes (horas)</b>	33,7
<b>Prom Despues (horas)</b>	26,3
<b>Objetivo (horas)</b>	17,3
<b>Eficiencia Antes</b>	51%
<b>Eficiencia Despues</b>	90%
<b>Objetivo</b>	90%
<b>Aumento de eficiencia</b>	39%
<b>Horas Prom Reduccion</b>	7,4
<b>Costo Mano de Obra 2014 (hora)</b>	\$ 4.275
<b>Cantidad de celdas despachadas (2do Semestre 2014)</b>	340
<b>Beneficios Conseguídos</b>	\$ 10.822.750
<b>Costos Implicados</b>	\$ 8.422.513
<b>Relacion Beneficio Costo</b>	1,28
<b>Utilidad del Proyecto</b>	\$ 2.400.237

Fuente: Propia

### 13. CONCLUSIONES

Se aumentó satisfactoriamente la eficiencia en las operaciones de alistamiento, incrementando dicho indicador un 39% en diciembre de 2014 y logrando el objetivo corporativo.

El método utilizado para analizar y determinar las causas globales y específicas del problema fue el más adecuado.

Al utilizar la lluvia de ideas enfocadas a las causas raíz establecidas, se logró enfocar la implementación del proyecto sobre el problema puntual.

La implementación de *Poka Yokes* y *Jidokas* en la industria manufacturera permite no solo aumentar la eficiencia productiva, sino también eliminar la causa raíz o detectar todos los posibles errores que pueda generar una actividad.

Una lista de chequeo dinámica y versátil aumenta el interés del personal en registrarla conscientemente, además de auto capacitarlos por medio del uso constante.

Con la ayuda del personal de ensamble y cableado se llevó a un buen termino la implementación del proyecto, motivados por las capacitaciones y el acompañamiento técnico recibido.

Se implementaron Poka Yokes y Jidokas satisfactoriamente reduciendo los defectos y aumentando el nivel de eficiencia.

Se diseñaron y crearon manuales, instructivos, capacitaciones y hojas de vida a la medida de las herramientas propuestas.

A pesar de que la implementación del proyecto está en etapa de sostenibilidad, se evidencian resultados favorables y con inclinación a la mejora continua.

## 14. RECOMENDACIONES

Realizar seguimiento constante del uso adecuado de los *Poka Yokes* y *Jidokas*, debido a que se espera en el 2015 una fabricación de 500 celdas las cuales permitirían un beneficio económico de \$ 32.573.000

Tabla 15  
*Resultados Estimados 2015*

<b>Costo Mano de Obra 2015 (hora)</b>	<b>\$ 4.467</b>
<b>Horas de Reduccion Final</b>	<b>14,6</b>
<b>Celdas Proyectadas 2015</b>	<b>500</b>
<b>Beneficios Proyectados 2015</b>	<b>\$ 32.573.873</b>

Fuente: Propia

Promover el análisis de los problemas de producción y calidad mediante las herramientas utilizadas en el proyecto en cuestión.

Incentivar al personal de calidad y producción para que propongan e implementen proactivamente *Poka Yokes* y *Jidokas*.

## 15.BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD, 5 ¿Por qué?, [En línea], Disponible en: <http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/5-porque> Recuperado el 27 de julio de 2015.

BERTRAND L. HANSEN (1990), Control Calidad - Teoría y Aplicaciones, Getafe - España, Ediciones: Díaz de Santos S.A.

COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL (2001). Norma Europea 60529:2001 Grados de Protección proporcionados por encerramientos (código IP), Edición 2.1. Ginebra, Suiza, Comisión Electrotécnica Internacional.

COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL (2008). Norma Europea 61641:2008 Conjuntos de Aparata de Baja Tensión Cerrados – Guía para las pruebas bajo condiciones de arco debido a falla interna, Edición 2.0. Ginebra, Suiza, Comisión Electrotécnica Internacional.

COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 201 (2001). Norma Europea 60439-1:1999 Conjuntos de Aparata de Baja Tensión: Conjuntos de Serie y Conjuntos Derivados de Serie, Versión Oficial. Madrid, España, AENOR.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍAS (2013). Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. RETIE, Resolución 9 0708. Bogotá, Colombia, Ministerio de Minas y Energías.

RAFAEL TORREGROSA SANCHEZ (2010). Técnicas de identificación y resolución de problemas, Consorcio Hospital General Universitario, Valencia, España.

RAFAEL CARLOS CABRERA, Manual de *Lean Manufacturing* TPS Americanizado, [En Línea] Disponible en: [http://www.academia.edu/5205722/Manual\\_de\\_Lean\\_Manufacturing\\_TPS\\_Americanizado](http://www.academia.edu/5205722/Manual_de_Lean_Manufacturing_TPS_Americanizado) Recuperado el 19 de febrero de 2015.

SEN H. HIRANO (1991). Poka Yoke: Mejorando la Calidad del Producto Evitando los Defectos, Edición Ilustrada. Kentucky, Estados Unidos, Taylor & Francis.

## 16. ANEXOS

### ANEXO 1

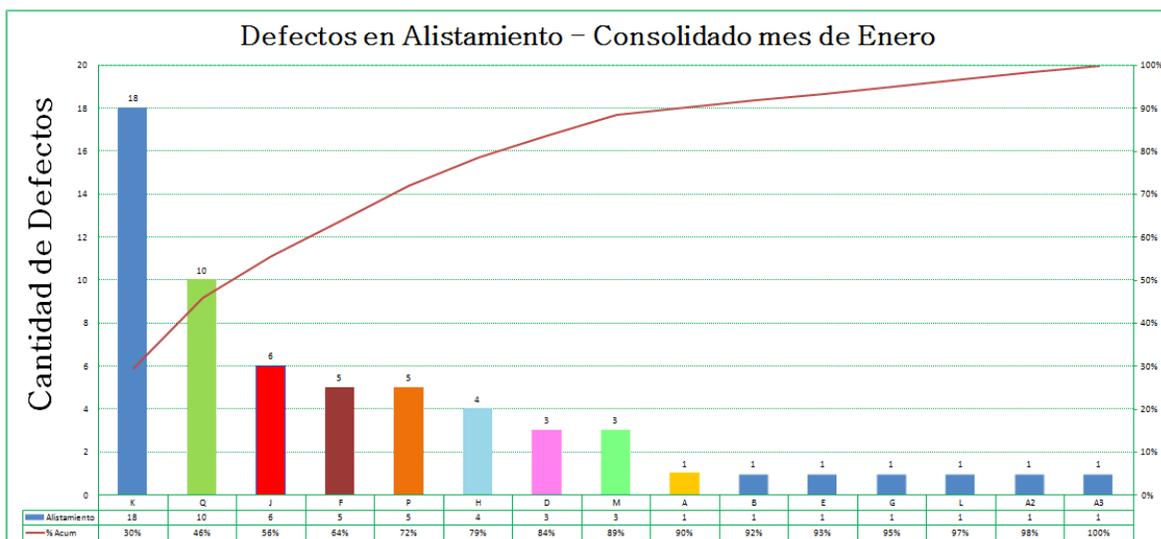
#### PÉRDIDAS ECONOMICAS DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DE 2014

Perdidas Primer Semestre de 2014	
Horas Objetivo (h)	17,3
Horas Reales Promedio (h)	33,7
Diferencia (h)	16,4
Costo por hora (\$)	\$ 4.275
Cantidad de Celdas 1er S	187
Perdidas por celda (\$)	\$ 70.118
Perdidas 1er semestre (\$)	\$ 13.112.082

Fuente: Propia

## ANEXO 2

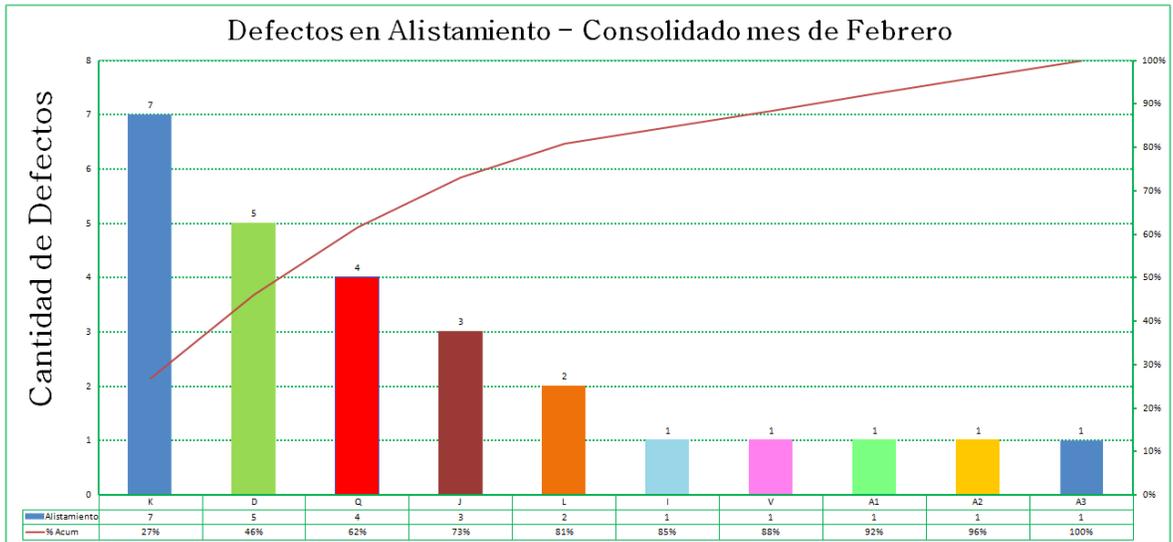
### SEGUIMIENTO MENSUAL TASA DE DEFECTOS EN ALISTAMIENTO 2014



Defecto	Tipo de Defecto	Alistamiento	% Acum	%
MONTAJE MECÁNICO FALTANTE Ó ERRADO	K	18	30%	29,51%
PUERTAS Y/O CERRADURAS DESCALIBRADAS	Q	10	46%	16,39%
CALIBRACIÓN DE MANDOS ROTATIVOS	J	6	56%	9,84%
CABLEADO MAL MARQUILLADO O FALTANTE DE MARQUILLA	F	5	64%	8,20%
NO SE CUMPLE DISTANCIA DE AISLAMIENTO	P	5	72%	8,20%
CALIBRACIÓN ENCLAVAMIENTO MECÁNICO GAVETAS	H	4	79%	6,56%
PRESENTACIÓN GENERAL Y LIMPIEZA	D	3	84%	4,92%
EQUIPO Y/O PIEZAS MECÁNICAS FALTANTES	M	3	89%	4,92%
CABLEADO ERRADO O FALTANTE	A	1	90%	1,64%
CABLEADO FLOJO O MAL PONCHADO	B	1	92%	1,64%
FALTA ATERRIZAR ESTRUCTURA Y/O PUERTAS	E	1	93%	1,64%
PLACAS IDENTIFICACIÓN EN CUBICULOS FALTANTES O MAL INSTALADAS	G	1	95%	1,64%
NO SE CUMPLE EL GRADO DE PROTECCIÓN	L	1	97%	1,64%
FALTA APLICAR INHIBIDOR EN TORNILLERÍA	A2	1	98%	1,64%
PIEZAS MECÁNICAS Y/O RECUBRIMIENTO DEFECTUOSO POR FABRICACIÓN METALMECÁNICA	A3	1	100%	1,64%

Fuente: Schneider Electric de Colombia

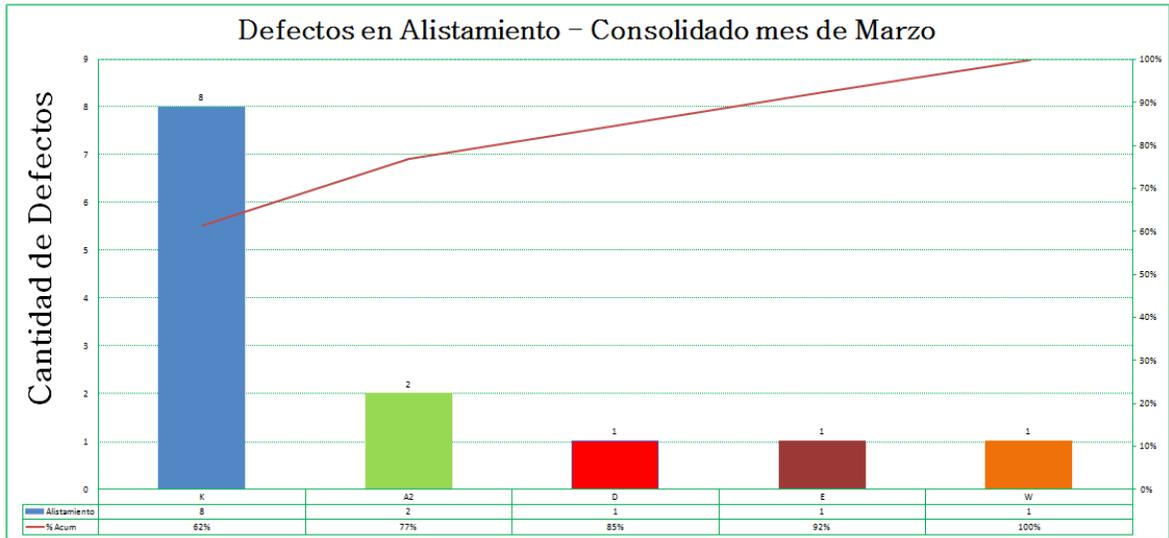
TOTAL 61



Defecto	Tipo de Defecto	Alistamiento	% Acum	%
MONTAJE MECÁNICO FALTANTE Ó ERRADO	<b>K</b>	7	27%	26,92%
PRESENTACIÓN GENERAL Y LIMPIEZA	<b>D</b>	5	46%	19,23%
PUERTAS Y/O CERRADURAS DESCALIBRADAS	<b>Q</b>	4	62%	15,38%
CALIBRACIÓN DE MANDOS ROTATIVOS	<b>J</b>	3	73%	11,54%
NO SE CUMPLE EL GRADO DE PROTECCIÓN	<b>L</b>	2	81%	7,69%
EQUIPO MAL INSTALADO Ó ERRADO	<b>I</b>	1	85%	3,85%
FALTA IDENTIFICACIÓN DE BARRAJE	<b>V</b>	1	88%	3,85%
FALTAN RETOQUES DE PINTURA	<b>A1</b>	1	92%	3,85%
FALTA APLICAR INHIBIDOR EN TORNILLERÍA	<b>A2</b>	1	96%	3,85%
PIEZAS MECÁNICAS Y/O RECUBRIMIENTO DEFECTUOSO POR FABRICACIÓN METALMECÁNICA	<b>A3</b>	1	100%	3,85%

Fuente: Schneider Electric de Colombia

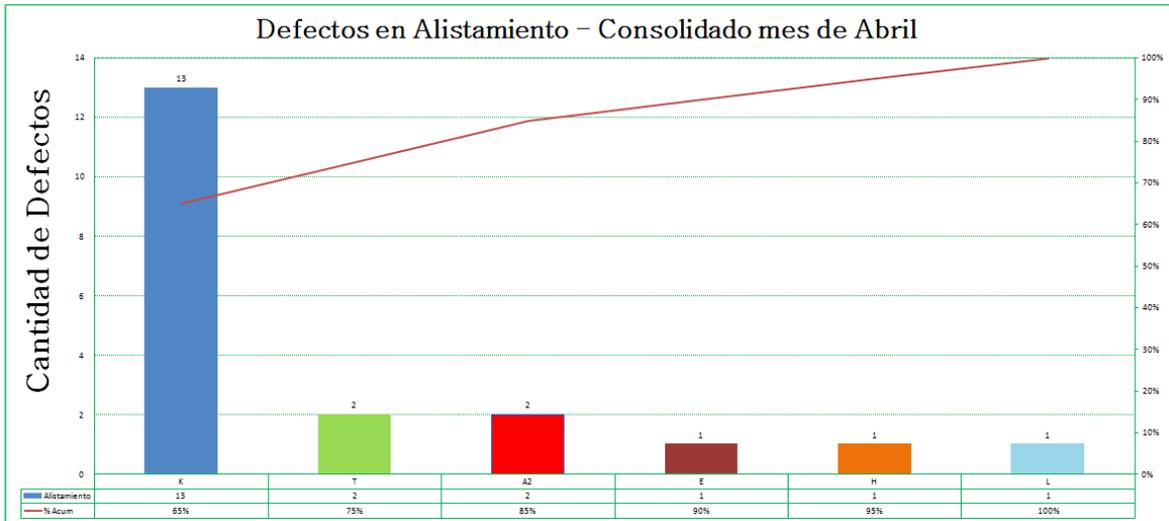
TOTAL 26



Defecto	Tipo de Defecto	Alistamiento	% Acum	%
MONTAJE MECÁNICO FALTANTE Ó ERRADO	K	8	62%	61,54%
FALTA APLICAR INHIBIDOR EN TORNILLERÍA	A2	2	77%	15,38%
PRESENTACIÓN GENERAL Y LIMPIEZA	D	1	85%	7,69%
FALTA A TERORIZAR ESTRUCTURA Y/O PUERTAS	E	1	92%	7,69%
IDENTIFICACIÓN ERRADA O FALTANTE EN EQUIPOS	W	1	100%	7,69%

Fuente: Schneider Electric de Colombia

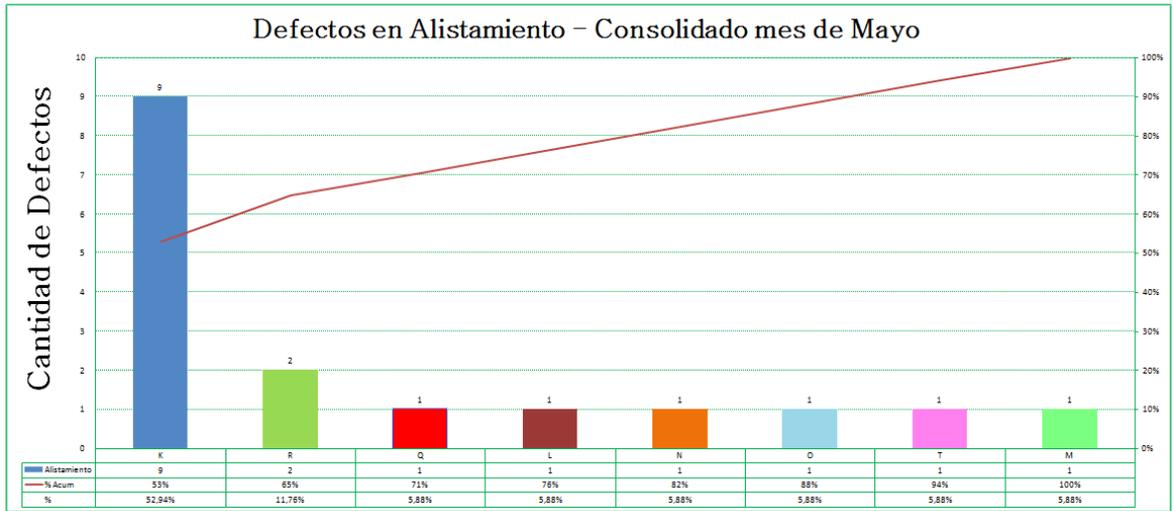
TOTAL 13



Defecto	Tipo de Defecto	Alistamiento	% Acum	%
MONTAJE MECÁNICO FALTANTE Ó ERRADO	K	13	65%	65,00%
FALTA TORQUE EN: BARRAJE - CABLES DE FUERZA Ó AISLADORES	T	2	75%	10,00%
FALTA APLICAR INHIBIDOR EN TORNILLERÍA	A2	2	85%	10,00%
FALTA A TERORIZAR ESTRUCTURA Y/O PUERTAS	E	1	90%	5,00%
CALIBRACIÓN EN CLAVAMIENTO MECÁNICO GAVETAS	H	1	95%	5,00%
NO SE CUMPLE EL GRADO DE PROTECCIÓN	L	1	100%	5,00%

Fuente: Schneider Electric de Colombia

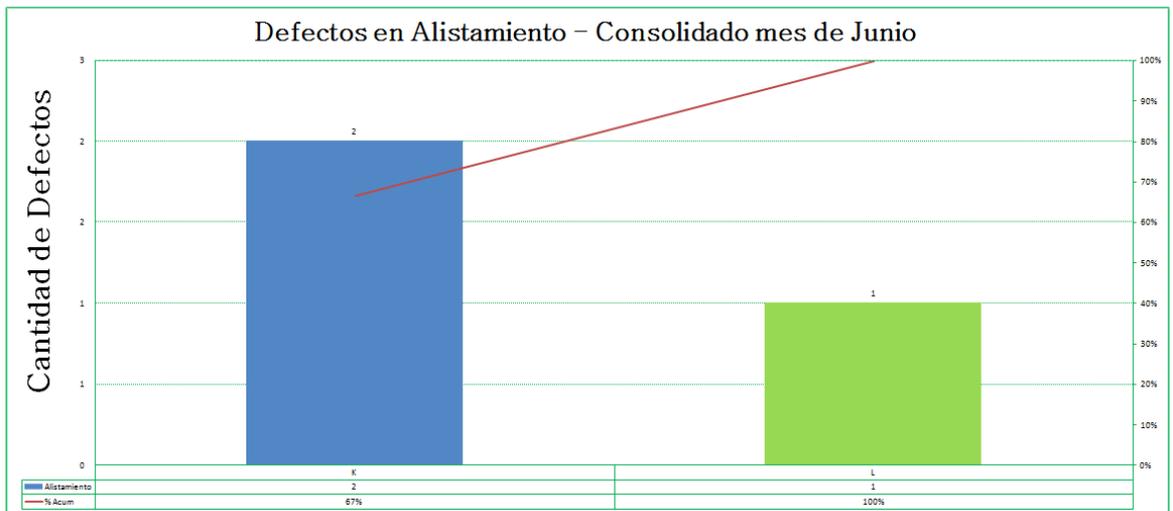
TOTAL 20



Defecto	Tipo de Defecto	Alistamiento	% Acum	%
MONTAJE MECÁNICO FALTANTE Ó ERRADO	<b>K</b>	9	53%	52,94%
FALTA TESTIGO DE TORQUE	<b>R</b>	2	65%	11,76%
PUERTAS Y/O CERRADURAS DESCALIBRADAS	<b>Q</b>	1	71%	5,88%
NO SE CUMPLE EL GRADO DE PROTECCIÓN	<b>L</b>	1	76%	5,88%
NO SE CUMPLE APERTURA TÉCNICA	<b>N</b>	1	82%	5,88%
SOPORTES DE BARRAJE FLOJOS	<b>O</b>	1	88%	5,88%
FALTA TORQUE EN: BARRAJE - CABLES DE FUERZA Ó AISLADORES	<b>T</b>	1	94%	5,88%
EQUIPO Y/O PIEZAS MECÁNICAS FALTANTES	<b>M</b>	1	100%	5,88%

Fuente: Schneider Electric de Colombia

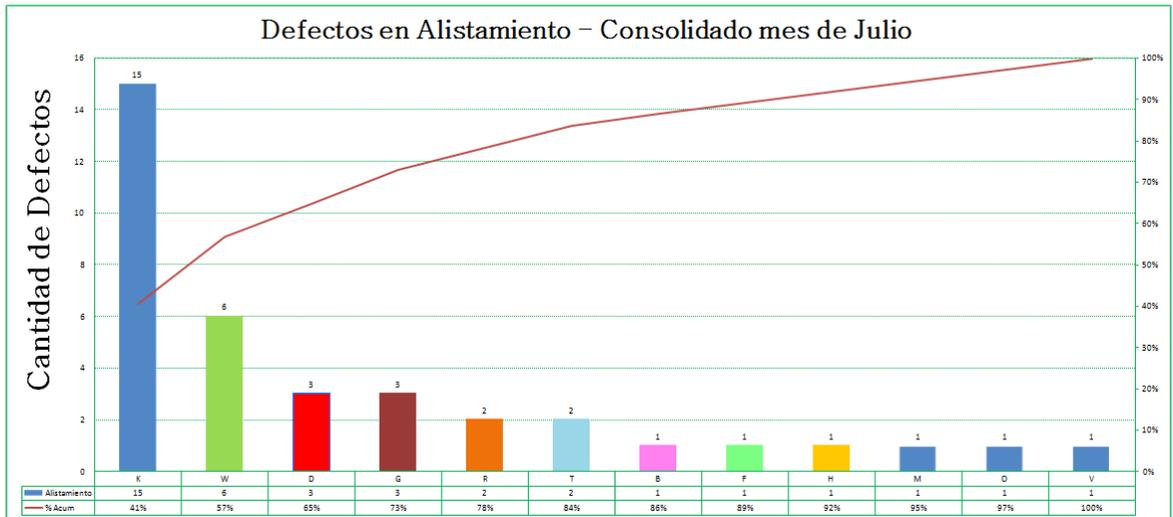
TOTAL 17



Defecto	Tipo de Defecto	Alistamiento	% Acum	%
MONTAJE MECÁNICO FALTANTE Ó ERRADO	<b>K</b>	2	67%	66,67%
NO SE CUMPLE EL GRADO DE PROTECCIÓN	<b>L</b>	1	100%	33,33%

Fuente: Schneider Electric de Colombia

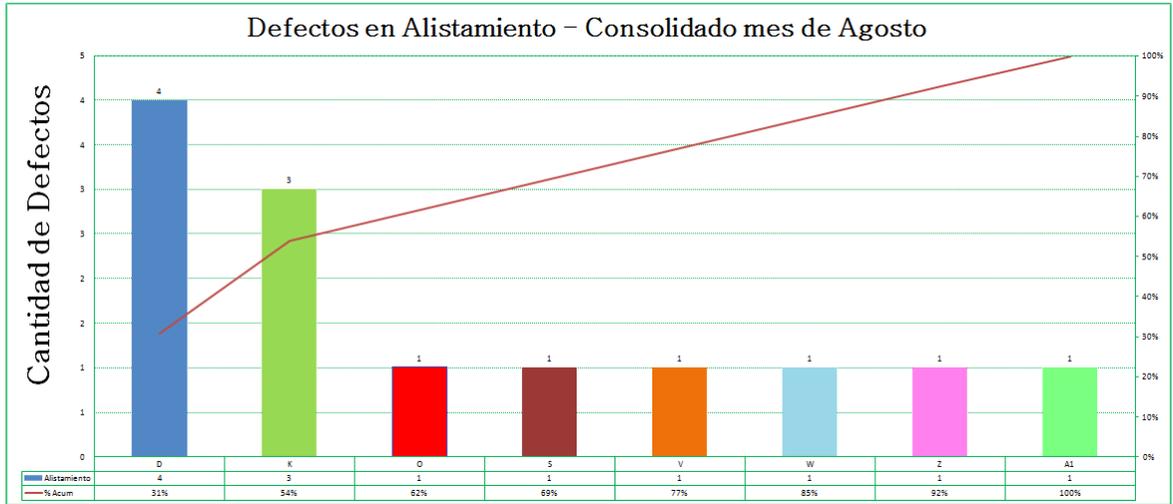
TOTAL 3



Defecto	Tipo de Defecto	Alistamiento	% Acum	%
MONTAJE MECÁNICO FALTANTE Ó ERRADO	<b>K</b>	15	41%	40,54%
IDENTIFICACIÓN ERRADA O FALTANTE EN EQUIPOS	<b>W</b>	6	57%	16,22%
PRESENTACIÓN GENERAL Y LIMPIEZA	<b>D</b>	3	65%	8,11%
PLACAS IDENTIFICACIÓN EN CUBICULOS FALTANTES O MAL INSTALADAS	<b>G</b>	3	73%	8,11%
FALTA TESTIGO DE TORQUE	<b>R</b>	2	78%	5,41%
FALTA TORQUE EN: BARRAJE - CABLES DE FUERZA Ó AISLADORES	<b>T</b>	2	84%	5,41%
CABLEADO FLOJO O MAL PONCHADO	<b>B</b>	1	86%	2,70%
CABLEADO MAL MARQUILLADO O FALTANTE DE MARQUILLA	<b>F</b>	1	89%	2,70%
CALIBRACIÓN ENCLAVAMIENTO MECÁNICO GAVETAS	<b>H</b>	1	92%	2,70%
EQUIPO Y/O PIEZAS MECÁNICAS FALTANTES	<b>M</b>	1	95%	2,70%
SOPORTES DE BARRAJE FLOJOS	<b>O</b>	1	97%	2,70%
FALTA IDENTIFICACIÓN DE BARRAJE	<b>V</b>	1	100%	2,70%

Fuente: Schneider Electric de Colombia

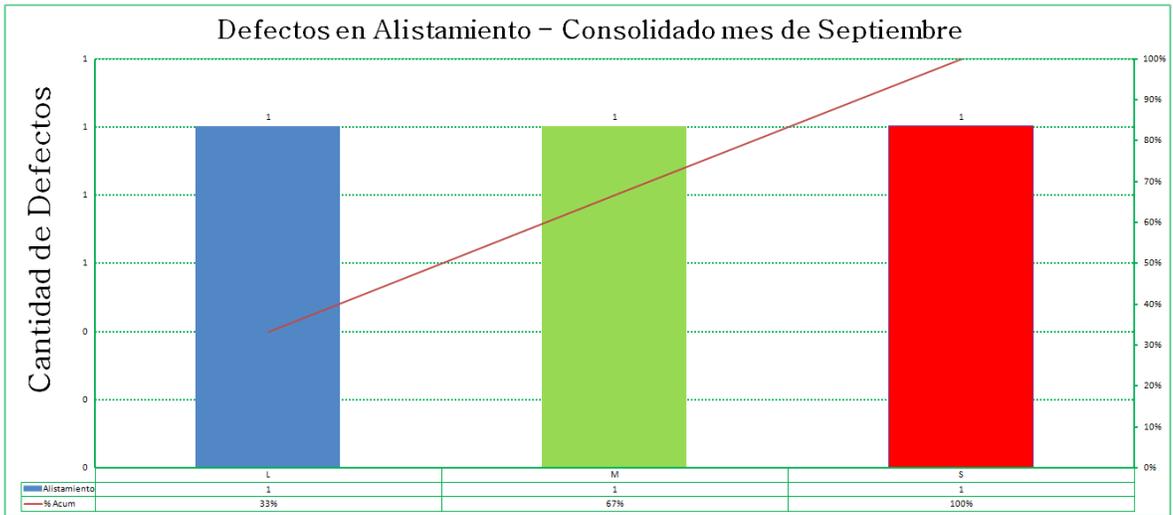
TOTAL 37



Defecto	Tipo de Defecto	Alistamiento	% Acum	%
PRESENTACIÓN GENERAL Y LIMPIEZA	D	4	31%	30,77%
MONTAJE MECÁNICO FALTANTE Ó ERRADO	K	3	54%	23,08%
SOPORTES DE BARRAJE FLOJOS	O	1	62%	7,69%
EQUIPO Y/O PIEZAS MECÁNICAS AVERIADAS EN PLANTA	S	1	69%	7,69%
FALTA IDENTIFICACIÓN DE BARRAJE	V	1	77%	7,69%
IDENTIFICACIÓN ERRADA O FALTANTE EN EQUIPOS	W	1	85%	7,69%
FALTAN PASACABLES O CUBREFILOS PARA PROTECCIÓN DEL CABLEADO	Z	1	92%	7,69%
FALTAN RETOQUES DE PINTURA	A1	1	100%	7,69%

Fuente: Schneider Electric de Colombia

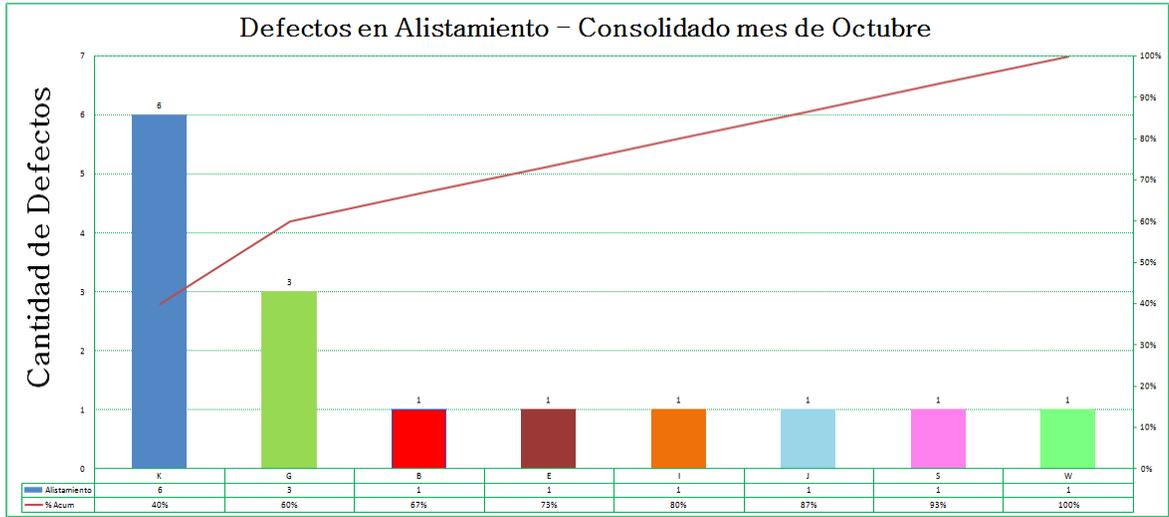
TOTAL 13



Defecto	Tipo de Defecto	Alistamiento	% Acum	%
NO SE CUMPLE EL GRADO DE PROTECCIÓN	L	1	33%	33,33%
EQUIPO Y/O PIEZAS MECÁNICAS FALTANTES	M	1	67%	33,33%
EQUIPO Y/O PIEZAS MECÁNICAS AVERIADAS EN PLANTA	S	1	100%	33,33%

Fuente: Schneider Electric de Colombia

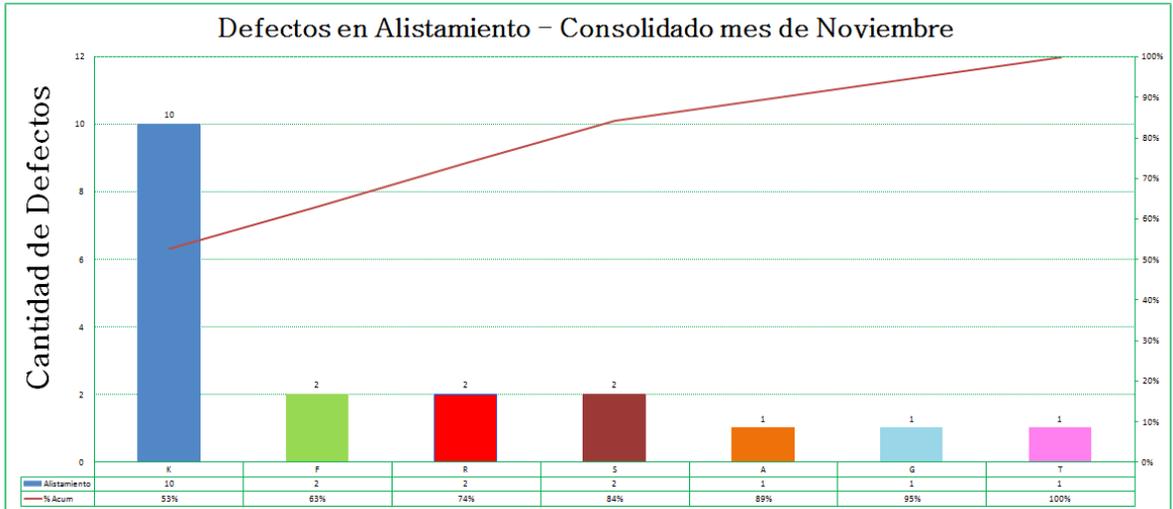
TOTAL 3



Defecto	Tipo de Defecto	Alistamiento	% Acum	%
MONTAJE MECÁNICO FALTANTE Ó ERRADO	K	6	40%	40,00%
PLACAS IDENTIFICACIÓN EN CUBICULOS FALTANTES O MAL INSTALADAS	G	3	60%	20,00%
CABLEADO FLOJO O MAL PONCHADO	B	1	67%	6,67%
FALTA ATERRIZAR ESTRUCTURA Y/O PUERTAS	E	1	73%	6,67%
EQUIPO MAL INSTALADO Ó ERRADO	I	1	80%	6,67%
CALIBRACIÓN DE MANDOS ROTATIVOS	J	1	87%	6,67%
EQUIPO Y/O PIEZAS MECÁNICAS AVERIADAS EN PLANTA	S	1	93%	6,67%
IDENTIFICACIÓN ERRADA O FALTANTE EN EQUIPOS	W	1	100%	6,67%

Fuente: Schneider Electric de Colombia

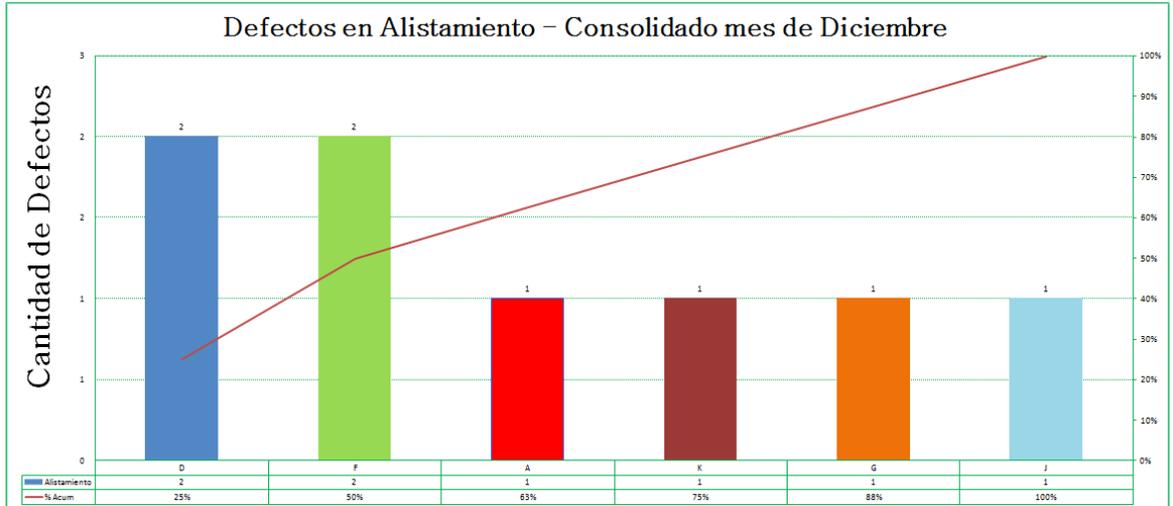
TOTAL 15



Defecto	Tipo de Defecto	Alistamiento	% Acum	%
MONTAJE MECÁNICO FALTANTE Ó ERRADO	K	10	53%	52,63%
CABLEADO MAL MARQUILLADO O FALTANTE DE MARQUILLA	F	2	63%	10,53%
FALTA TESTIGO DE TORQUE	R	2	74%	10,53%
EQUIPO Y/O PIEZAS MECÁNICAS AVERIADAS EN PLANTA	S	2	84%	10,53%
CABLEADO ERRADO O FALTANTE	A	1	89%	5,26%
PLACAS IDENTIFICACIÓN EN CUBICULOS FALTANTES O MAL INSTALADAS	G	1	95%	5,26%
FALTA TORQUE EN: BARRAJE - CABLES DE FUERZA Ó AISLADORES	T	1	100%	5,26%

Fuente: Schneider Electric de Colombia

TOTAL 19



Defecto	Tipo de Defecto	Alistamiento	% Acum	%
PRESENTACIÓN GENERAL Y LIMPIEZA	D	2	25%	25,00%
CABLEADO MAL MARQUILLADO O FALTANTE DE MARQUILLA	F	2	50%	25,00%
CABLEADO ERRADO O FALTANTE	A	1	63%	12,50%
MONTAJE MECÁNICO FALTANTE Ó ERRADO	K	1	75%	12,50%
PLACAS IDENTIFICACIÓN EN CUBICULOS FALTANTES O MAL INSTALADAS	G	1	88%	12,50%
CALIBRACIÓN DE MANDOS ROTATIVOS	J	1	100%	12,50%

Fuente: Schneider Electric de Colombia

TOTAL 8

**ANEXO 3**  
**SEGUIMIENTO MENSUAL TASA DE DEFECTOS EN ALISTAMIENTO**  
**ENERO 2015**



Defecto	Tipo de Defecto	Alistamiento	% Acum	%
CABLEADO FLOJO O MAL PONCHADO	B	3	43%	42,86%
MONTAJE MECÁNICO FALTANTE Ó ERRADO	K	2	71%	28,57%
FALTAN SOPORTES PARA ENTRADA / SALIDA DE CABLES DE FUERZA	U	1	86%	14,29%
FALTAN PASACABLES O CUBREFILOS PARA PROTECCIÓN DEL CABLEADO	Z	1	100%	14,29%

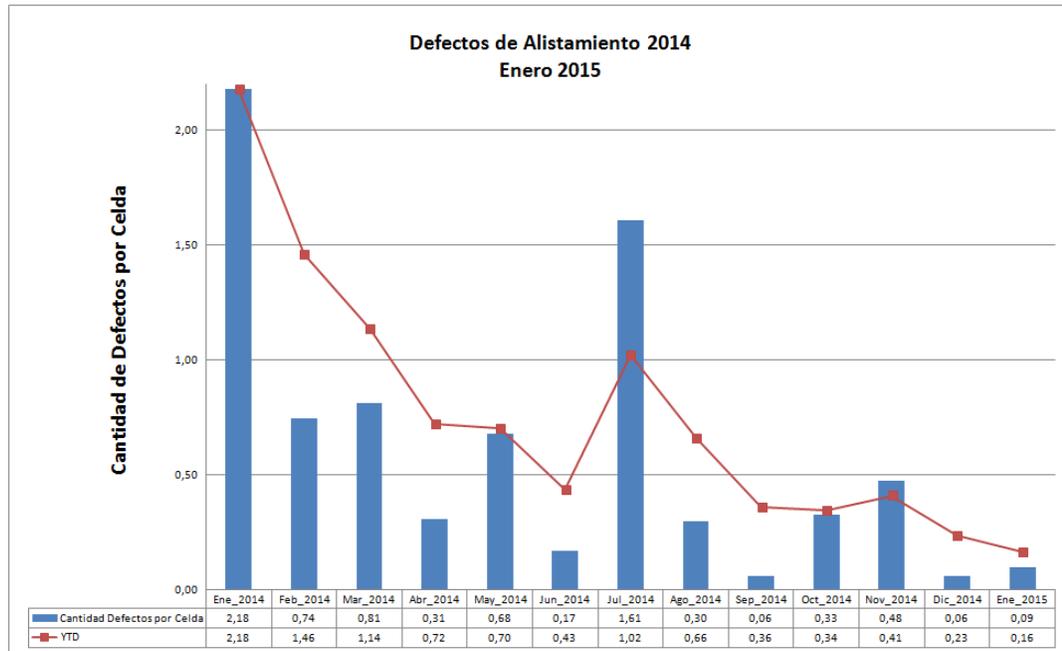
Fuente: Schneider Electric de Colombia

TOTAL 7

# Celdas 74  
 Total x Celda 0,1

## ANEXO 4

### RESULTADO TASA DE DEFECTOS EN ALISTAMIENTO 2014-2015



Fuente: Schneider Electric de Colombia

## ANEXO 5

### TIEMPOS CARGADOS EN ACTIVIDAD DE ALISTAMIENTO 2014

Mes	Horas Cargadas Alistamiento	Cantidad Celdas por Mes	Horas por Celda	Eficiencia por mes
Ene_2014	948	28	33,9	51%
Feb_2014	1214	35	34,7	50%
Mar_2014	505	16	31,6	55%
Abr_2014	2317	65	35,6	49%
May_2014	832	25	33,3	52%
Jun_2014	602	18	33,4	52%
Jul_2014	638	23	27,7	62%
Ago_2014	1330	44	30,2	57%
Sep_2014	1521	51	29,8	58%
Oct_2014	1308	46	28,4	61%
Nov_2014	907	40	22,7	76%
Dic_2014	2606	136	19,2	90%
Ene_2015	1393	74	18,8	92%
Total 2014	14728	527	27,9	59%

Fuente: Schneider Electric de Colombia

## ANEXO 6

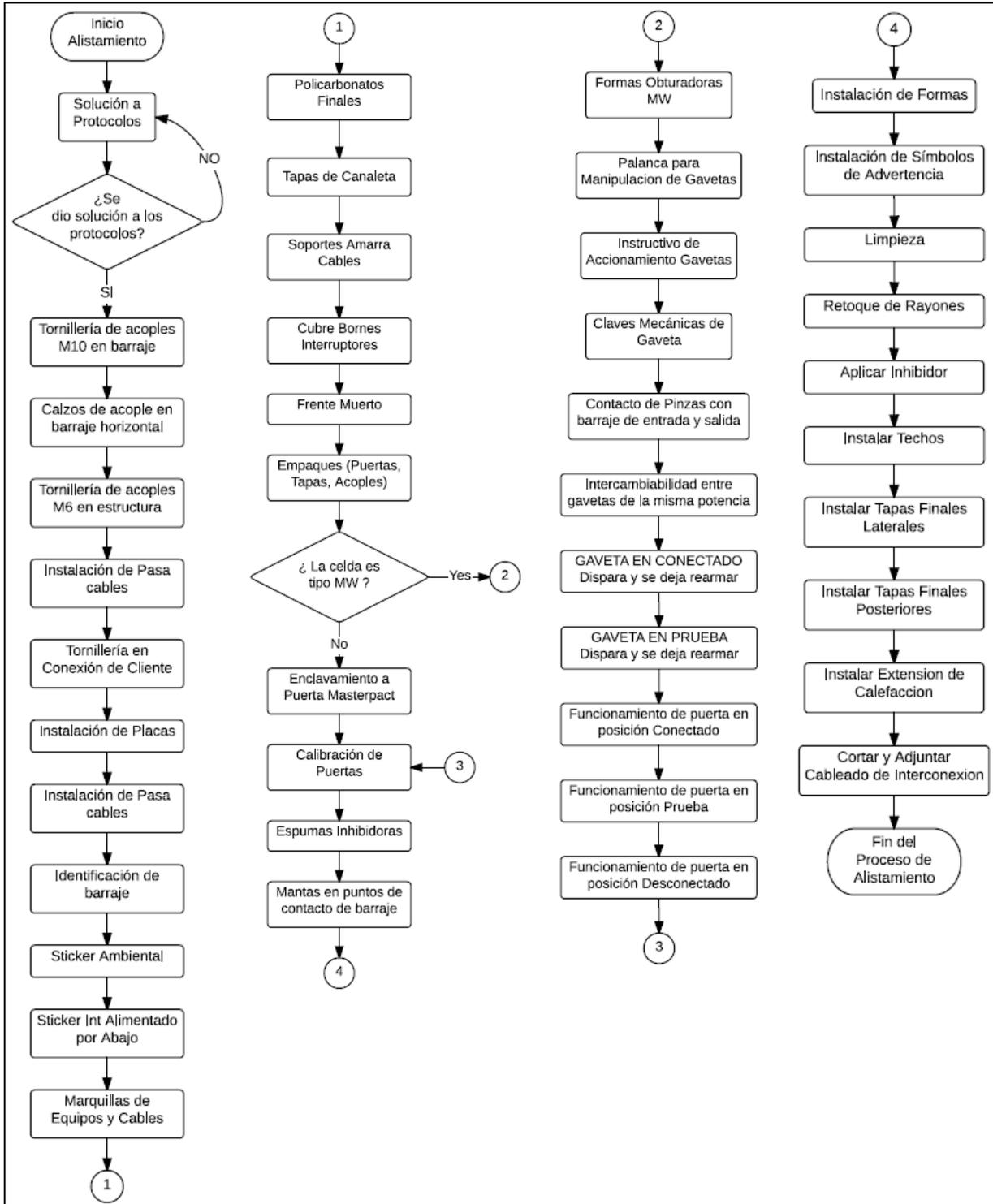
### LISTADO DE CELDAS DESPACHADAS EN 2014

Pedido SAP	Cliente	Producto	Cantidad de Columnas	Target Alistamiento	Real Despachado
CO-1042110676	Ecopetrol ABB Sutamarchan	Blokset	8	09-Jul-12	24-Apr-14
CO-1042100214	Equion Fase 1 FUNZA	Blokset	28	14-Feb-13	26-Jan-14
CO-1042117283	Ecopetrol Suerte II	Blokset	3	02-Apr-14	08-Apr-14
CO-1042149360	Electrohidraulica CCM Decantación Primaria	Blokset	12	27-Apr-14	22-Oct-14
CO-1042142438	ANDRITZ HYDRO TABLEROS SALSIPUEDES	Blokset	8	22-Dec-13	08-May-14
CO-1042142438	ANDRITZ HYDRO TABLEROS LA POTRA	Blokset	9	23-Dec-13	08-May-14
CO-1042141018	CONSORCIO IDOM - tablero 480	Blokset	7	30-Nov-13	27-Jan-14
CO-1042141018	CONSORCIO IDOM MCC5101A- INELECTRA	Blokset	8	30-Nov-13	27-Jan-14
CO-1042141018	CONSORCIO IDOM MCC5101A- INELECTRA	Blokset	12	05-Dec-13	28-Feb-14
CO-1042142372	Ecopetrol Casabe	Blokset	6	15-Dec-13	22-Jan-14
CO-1042142372	Ecopetrol Casabe	Blokset	12	25-Dec-13	22-Jan-14
CO-1042142372	Ecopetrol Casabe	Blokset	6	15-Dec-13	22-Jan-14
CO-1042142957	DISEÑOS Y PROYECTOS TECNICOS S.A DITECSA	Blokset	4	20-Dec-13	31-Jan-14
CO-1042142957	DISEÑOS Y PROYECTOS TECNICOS S.A DITECSA	Blokset	5	22-Dec-13	31-Jan-14
CO-1042143918	ECOPEPETROL CCM 480VAC MCC 5.1	Blokset	8	19-Jan-14	09-Jul-14
CO-1042143918	ECOPEPETROL CCM 480VAC MCC 5.2	Blokset	8	19-Jan-14	09-Jul-14
CO-1042143918	ECOPEPETROL TD2950 480	Blokset	7	19-Jan-14	09-Jul-14
CO-1042140264	CHEVRON PETROLEUM COMPANY	Blokset	1	05-Nov-13	22-Jan-14
CO-1042148757	TELMEX DE COLOMBIA S.A	Blokset	11	11-Apr-14	05-May-14
CO-1042145642	CONQUIPOS ING. LTDA.	Blokset	3	06-Apr-14	15-Apr-14
CO-1042145762	AUTOMATIZACION AVANZADA S.A.	Blokset	2	06-Feb-14	23-Apr-14
CO-1042145762	AUTOMATIZACION AVANZADA S.A.	Blokset	2	06-Feb-14	26-Feb-14
CO-1042138425	ECOPEPETROL S.A CASABE SUBESTACION CASABE	Blokset	3	12-Jan-14	06-Mar-14
CO-1042138425	ECOPEPETROL S.A CASABE SUBESTACION CASABE	Blokset	1	09-Jan-14	06-Mar-14
CO-1042138425	ECOPEPETROL S.A CASABE SUBESTACION CASABE	Blokset	2	11-Jan-14	06-Mar-14
CO-1042110676	Ecopetrol ABB Sutamarchan g2 Puente nacional	Blokset	8	09-Jul-12	23-Apr-14
CO-1042110676	Ecopetrol ABB Sutamarchan g3 Puente nacional	Blokset	8	09-Jul-12	23-Apr-14
CO-1042143918	ECOPEPETROL TD2950 480	Blokset	7	19-Jan-14	09-Jul-14
CO-1042146602	Schneider electric Venezuela Propilven	Blokset	9	01-Mar-14	19-Feb-14
CO-1042146602	Schneider electric Venezuela Propilven ESWG	Blokset	11	03-Mar-14	22-Mar-14
CO-1042146602	Schneider electric Venezuela Propilven CCM1 extraibles	Blokset	10	02-Mar-14	24-Mar-14
CO-1042146602	Schneider electric Venezuela Propilven CCM2 extraibles	Blokset	8	28-Feb-14	11-Apr-14
CO-1042146602	Schneider electric Venezuela Propilven CCM3 extraibles	Blokset	8	28-Feb-14	11-Apr-14
CO-1042146602	Schneider electric Venezuela Propilven CCM5 extraibles	Blokset	7	28-Feb-14	15-Apr-14
CO-1042146602	Schneider electric Venezuela Propilven CCM8 extraibles	Blokset	8	28-Feb-14	15-Apr-14
CO-1042150340	EPC Morelco, cliente Final Ecopetrol Llanos MS	Blokset	6	28-Apr-14	04-Jul-14
CO-1042149467	Industrias Onar	Blokset	4	10-Apr-14	22-Apr-14
CO-1042149162	ITANSUCA PROYECTOS DE INGENIERIA S.A	Blokset	4	27-Apr-14	20-Jun-14
CO-1042146602	Schneider electric Venezuela Propilven CCM4 fijos	Blokset	3	19-Feb-14	19-Jun-14
CO-1042146602	Schneider electric Venezuela Propilven CCM6 fijos	Blokset	4	20-Feb-14	19-Jun-14
CO-1042146602	Schneider electric Venezuela Propilven CCM6a fijos	Blokset	4	20-Feb-14	19-Jun-14
CO-1042146602	Schneider electric Venezuela Propilven CCM7a fijos	Blokset	3	19-Feb-14	19-Jun-14
CO-1042146602	Schneider electric Venezuela Propilven CCM7b fijos	Blokset	3	19-Feb-14	19-Jun-14
CO-1042149392	PETROBRAS COLOMBIA LIMITED SEDE CAMPO GUANDO	Blokset	1	10-Apr-14	15-Apr-14
CO-1042149319	Ecopetrol- CASTILLA - GERENCIA REGIONAL	Blokset	11	21-Apr-14	13-May-14
CO-1042149343	ECOPEPETROL AMERICAS INC Zona Franca	Blokset	7	22-Apr-14	26-Apr-14
CO-1042151438	Schneider Peru	Blokset	15	07-Jun-14	13-Aug-14
CO-1042153584	Cummings	Blokset	2	18-Jun-14	26-Jun-14
CO-1042154316	Petrobras	Blokset	3	18-Jun-14	18-Jul-14
CO-1042155290	ECOPEPETROL CASABE, PEÑAS BLANCAS	Blokset	4	07-Jul-14	09-Sep-14
CO-1042154574	ECOPEPETROL AMERICAS 2	Blokset	10	20-Jul-14	11-Sep-14
CO-1042148757	TELMEX DE COLOMBIA S.A	Blokset	8	08-Apr-14	12-May-14
CO-1042117283	Ecopetrol Suerte II	Blokset	3	02-Apr-14	08-Apr-14
CO-1042149677	CPP PETROAMAZONAS	Blokset	2	11-Jul-14	15-Jul-14
CO-1042156050	ESP INTERNACIONAL ECOPEPETROL CASTILLA SLACOL	Blokset	10	14-Aug-14	05-Aug-14
CO-1042145211	ECOPEPETROL BARRANCA SHELTER GUARUMO	Blokset	1	31-Jul-14	19-Jun-14
CO-1042156935	ECOPEPETROL CASABE SCHLUMBERGER	Blokset	8	21-Aug-14	09-Sep-14
CO-1042155671	EPC Morelco, cliente Final Ecopetrol Llanos.	Blokset	9	04-May-14	04-Jul-14
CO-1042155671	EPC Morelco, cliente Final Ecopetrol Llanos.	Blokset	3	24-Apr-14	04-Jul-14
CO-1042149360	Electrohidraulica CCM Calderas Digestion	Blokset	9	23-Apr-14	07-Nov-14
CO-1042149360	Electrohidraulica Pretratamiento	Blokset	10	24-Apr-14	08-Oct-14
CO-1042149360	Electrohidraulica TD Pretratamiento	Blokset	9	23-Apr-14	12-Oct-14
CO-1042149360	Electrohidraulica TD Calderas Digestión	Blokset	3	13-Apr-14	04-Nov-14
CO-1042157718	PETROAMAZONAS COCA K	Blokset	9	02-Sep-14	01-Nov-14
CO-1042151438	Schneider Peru G5, G6 = 12	Blokset	12	06-Sep-14	14-Aug-14
CO-1042155290	ECOPEPETROL CASABE, PEÑAS BLANCAS	Blokset	1	04-Sep-14	09-Sep-14
CO-1042158111	PERENCO COLOMBIA LIMITED SEDE CAMPO GUANDO	Blokset	3	24-Aug-14	27-Sep-14
CO-1042158132	GIM INGENIERIA ELECTRICA LTDA	Blokset	5	10-Sep-14	06-Oct-14
CO-1042158610	SCHLUMBERGER SURENCO S.A. (CASABE)	Blokset	11	23-Sep-14	19-Oct-14
CO-1042155476	Ecopetrol Castilla III Power Rooms Subestación	Blokset	12	30-Jul-14	30-Nov-14
CO-1042155290	ECOPEPETROL CASABE, PEÑAS BLANCAS	Blokset	3	15-Jul-14	09-Sep-14
CO-1042159798	CEMENTOS ARGOS	Blokset	17	10-Oct-14	11-Dec-14
CO-1042151438	Schneider Peru	Blokset	15	07-Jun-14	25-Aug-14
CO-1042159968	EPC Morelco	Blokset	11	09-Oct-14	01-Dec-14
CO-1042159733	Slacol	Blokset	8	10-Oct-14	20-Sep-14
CO-1042151438	Schneider Peru	Blokset	4	23-May-14	19-Sep-14
CO-1042160480	Equitrónica	Blokset	2	14-Oct-14	14-Sep-14
CO-1042158111	PERENCO adición COLOMBIA LIMITED	Blokset	2	10-Oct-14	26-Sep-14
CO-1042149360	Electrohidraulica - bancos de condensadores	Blokset	4	14-Apr-14	23-Oct-14
TOTAL CELDAS DESPACHADAS			538		

Fuente: Schneider Electric de Colombia

## ANEXO 7

### DIAGRAMA DE FLUJO ESTANDARIZADO

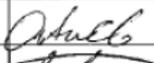
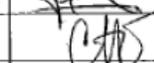
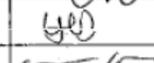
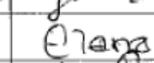
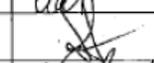
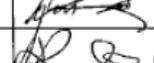
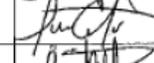


Fuente: Propia

## ANEXO 8

### REGISTRO DE ASISTENCIA A CAPACITACIÓN EN ALISTAMIENTO – MANUAL Y GUÍA DE ALISTAMIENTO

	REGISTRO DE ASISTENCIA A CAPACITACIÓN	RH-FO-002
		Versión: 01
		05-Feb-2014

Fecha			Nombre del Evento					
Día	Mes	Año	Capacitación Alistamiento – Manual y Lista de Verificación					
23	09	2014						
Duración / Lugar								
Desde Fecha			Hora Inicio	Hasta Fecha			Hora Termina	Lugar / Sala
Día	Mes	Año	Hora	Día	Mes	Año	Hora	Lugar / Sala
23	09	2014	07:00	23	09	2014	16:30	Planta Blokset
Expositor			Jhonathan Sánchez					
No.	Nombre		Cargo	Area	Firma			
1	DARLY ESCOBAR		electromecanico	BLOKSET				
2	ALEXANDER MEDICIS		MECANICO II	BLOKSET				
3	IVAN SORIANO		Mecanico	Blokset				
4	JAMES CHARA		ELECTROMECANICO	Blokset				
5	Victor Barona		Electromecanico	BLOKSET				
6	FELIX JIMENEZ C		Mecanico	"				
7	JUAN VALENZUELA		Electricista	Blokset				
8	Elena Sanabria		Electricista	Blokset				
9	Alejandra Benitez		Electromecanica	Blokset				
10	David Leonardo Pineros		electromecanico	Blokset				
11	David F. Urdaneta		Electromecanico	Blokset				
12	Ivan Jurel		EM I	PIX				
13	William Jair Madero		Electromecanico	Blokset				
14	Alvaro Barrios Rios		Electromecanico	Blokset				
15	Karen Gisel Velazquez		Electromecanico	Blokset				
16	Carlos Ramirez		Electromecanico	Blokset				
17	Juan Carlos Figue Castro		Electromecanico	Blokset				
18	DAVID LOZANO TORAL		Electromecanico	Blokset				
19	Andrés David Castro Quiroz		Mecánico	BLOKSET				

Fuente: Propia

## ANEXO 9

### REGISTRO DE ASISTENCIA A CAPACITACIÓN EN POKA YOKES, JIDOKAS Y CERO DEFECTOS

F-A500-03-01 12/02	<b>RECURSOS HUMANOS</b> REGISTRO DE ASISTENCIA	<b>Schneider</b> Electric
--------------------	---	------------------------------

ACTIVIDAD: <i>Introducción a las herramientas Poka yoke, Jidoka y Cero Defectos - Ejemplos de dichas herramientas.</i>
FECHA: <u>05/08/2014</u> LUGAR: <u>Planta Media Tensión - Sede Amazon</u>

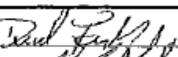
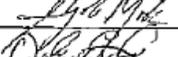
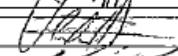
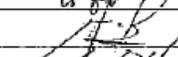
No.	NOMBRE DEL PARTICIPANTE	AREA A LA QUE PERTENECE	FIRMA
1	William A Ramirez.	PIX	<i>[Signature]</i>
2	Jose Horvado Bullo Romero	Conexionado	<i>[Signature]</i>
3	Cristhian Fernando Garcia	PIX	<i>[Signature]</i>
4	Robinson Acas	PIX	<i>[Signature]</i>
5	Diego A. Urrego R	PIX	<i>[Signature]</i>
6	Fernando Gonzalez M	PIX	<i>[Signature]</i>
7	Jorge waltero	PIX	<i>[Signature]</i>
8	Camilo Ernesto Reyes Lopez	Cableado	<i>[Signature]</i>
9	Juan Carlos Figue	Cableado	<i>[Signature]</i>
10	LOISE DAVID NAVARRO M.	Cableado	<i>[Signature]</i>
11	Ugoel Ugoel	Blokset	<i>[Signature]</i>
12	Alejandra Navarro	Blokset	<i>[Signature]</i>
13	David Ibarra Torres	Blokset	<i>[Signature]</i>
14	Juan David Rivera	Blokset	<i>[Signature]</i>
15	Edward Becerra	Conexionado PIX	<i>[Signature]</i>
16	Alexander Martinez	Blokset	<i>[Signature]</i>
17	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
18	Guillermo A. Valencia	SP3	<i>[Signature]</i>
19			

Fuente: Propia

F-A500-03-01 12/02	<b>RECURSOS HUMANOS</b> <b>REGISTRO DE ASISTENCIA</b>	<b>Schneider</b> Electric
--------------------	--	------------------------------

ACTIVIDAD : Introducción a las herramientas Pake Joke, Jidoka y Ceo Central Calidad - Ejemplos de dichas herramientas

FECHA : 05/08/2014 LUGAR : Planta Media Tensión - Sala Amara

No.	NOMBRE DEL PARTICIPANTE	AREA A LA QUE PERTENECE	FIRMA
1	DANIEZ FERNANDA MORALES	Blotset	
2	ALEJANDRO MORALES	Blotset	
3	Oscar Escobar	Blotset	
4	Karen Gweli Caregas	Blotset	
5	Andrés Arias Nuñez	Blotset	
6	Jhon Edison Romero	Blotset	
7	Ana Mora Arévalo	Proxconexonado	
8	Jhan Arenas	Blotset	
9	Jaime yepes	conexonado	
10	CRISTINA HERNANDEZ PEREZ	CONEXIONADO	
11	Wilsa Manáya	Blotset	
12	Tomás F. Roaya V.	Blotset	
13	Vargas Gamba Rikón Davis	Blotset	
14	Alexander Escobar Sanchez	Blotset	
15	Edwin Salas	Blotset	
16			

Fuente: Propia

F-A500-03-01 12/02	<b>RECURSOS HUMANOS</b> <b>REGISTRO DE ASISTENCIA</b>	<b>Schneider</b> Electric
--------------------	--	------------------------------

ACTIVIDAD : Introducción a las herramientas Pika y oke, Jidoka y Cejo Control Calidad - Ejemplos de dichas herramientas.

FECHA : 05/08/2014 LUGAR : Planta Media Tensión - Sala Amazonas

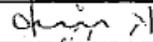
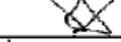
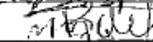
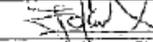
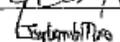
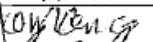
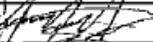
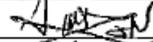
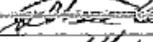
No.	NOMBRE DEL PARTICIPANTE	AREA A LA QUE PERTENECE	FIRMA
1	Robinson gaitan	conexionado por	<i>[Signature]</i>
2	Hector SAUCHA	BLOKSET	Hector SAUCHA
3	Carlos Alejandro Ramirez	PIX	Carlos Ramirez
4	Nataly Andico Torroqued	PIX	Nataly Torroqued
5	Carlos A Ramirez	BLOKSET	<i>[Signature]</i>
6	Jose Augusto	BLOKSET	<i>[Signature]</i>
7	ANDRES DAVID HERNANDEZ	BLOKSET	<i>[Signature]</i>
8	Kevin Múndic León	conexionado	Kevin Múndic
9	Jhan Triana	conexionado	<i>[Signature]</i>
10	Ivan Carlo Suarez	conexionado	<i>[Signature]</i>
11	Jhoan Alherito Herrera H.	Blokset	<i>[Signature]</i>
12	Jonathan Durio Galindo G.	Blokset	<i>[Signature]</i>
13	EDGAR DANIEL ARDIA	BLOKSET	<i>[Signature]</i>
14	DAMILO ANDRES RUIZ	BLOKSET	<i>[Signature]</i>
15	Juan David Acevedo	BLOKSET	Juan Acevedo

Fuente: Propia

F-A500-03-01 12/02	<b>RECURSOS HUMANOS</b> <b>REGISTRO DE ASISTENCIA</b>	
--------------------	--	---

ACTIVIDAD: Introducción a las herramientas Poka Yoke, Jidoka y  
Cero Control Calidad - Ejemplos de dichas herramientas

FECHA: 05/08/2014 LUGAR: Planta Medic Tension - Sala Amazona

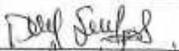
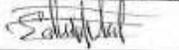
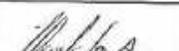
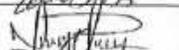
No.	NOMBRE DEL PARTICIPANTE	AREA A LA QUE PERTENECE	FIRMA
1	Jairo Pinilla	CODEX	
2	Dagnora Icyro	CODEX	
3	Walter Vique	"	
4	JAIRO VALENCIA	elotex	JSD
5	Dennis Andres Espino	CODEX	
6	Daniel Hernandez Rodriguez	PIX	
7	JUAN SOLANO	PIX	
8	Fernando Morales	PIX	
9	Elena Zambrana	PIX	Elena Zambrana
10	Viviana Ramirez	PRO	Viviana R
11	MARCELO OSPINA	Blotset	
12	Juan Carlos Mora	Blotset	
13	Juan Guillermo Perez	Blotset	
14	Diego Castellano	PIX	
15	Victor Barone	Blotset	
16	LINDA SPANARDI	Blotset	
17	Alba Gannetti Palacios	Blotset	
18	Luz Jabb	Produccion	

Fuente: Propia

ANEXO 10

REGISTRO DE ASISTENCIA A DIVULGACIÓN DE POKA YOKES Y JIDOKAS –  
HOJAS DE VIDA DE POKA YOKES Y JIDOKAS

	<b>REGISTRO DE ASISTENCIA A CAPACITACIÓN</b>	RH-FO-002
		Versión: 01
		05-Feb-2014

Fecha			Nombre del Evento						
Día	Mes	Año	Divulgación de Poka Yokes y Jidokas – Hojas de Vida de Poka Yokes y Jidokas						
13	08	2014							
Duración / Lugar									
Desde Fecha			Hora Inicio	Hasta Fecha			Hora Termina	Lugar / Sala	
Día	Mes	Año	07:30	Día	Mes	Año	08:00	Planta Baja Tensión – SIM 1	
13	08	2014		13	08	2014			
Expositor				Jhonathan Sánchez					
No.	Nombre		Cargo	Area	Firma				
1	DAVID SUAREZ M.		ELECTROM.	Blokset					
2	Edwin Salas		Electromecanico	Blokset					
3	Jhon Arenc		Electromecanico	Blokset					
4	Miguel Pulido		ELECTROMECA	Blokset					
5	CARITO HELO		ELECTROMECA	Blokset					
6	OSCAR ESCOBAR		electromecanico	Blokset					
7	ERGAN ADRIANA			Blokset					
8	Jossan Simenez		Mecanico	Blokset					
9	Fredy Molano		Electromecanico	Blokset					
10	Yeisson Cordoba		electromecanico	Blokset					
11									

Fuente: Propia

## ANEXO 11

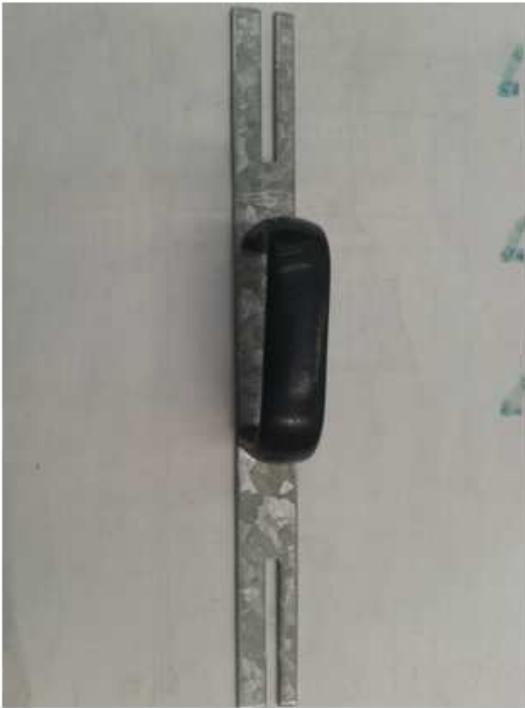
### HOJAS DE VIDA DE POKA YOKES, JIDOKAS Y UTILLAJES

	<b>Poka-Yoke</b> Instalacion de Soportes de Tapas Finales Laterales y Posteriores - Según Norma AS3439-1	<b>Codigo Global:</b> <b>6668</b>												
CELULA: <u>Blokset</u>	TIPO DE CELDA: <u>Blokset General</u>	CODIGO REFERENCIA: <u>6668</u>												
FECHA: <u>13 de Agosto de 2014</u>	ESTACION: <u>Alistamiento Final</u>	PLANTA: <u>Funza - Baja Tension</u>												
<b>POKAYOKE</b> 	<b>UTILIZACION</b> 													
<b>MODO DE USO:</b> Los dos tornillos ubicados en el extremo del poka yoke deben ser introducidos en las dos primeras perforaciones superiores que hacen parte del conjunto de perforaciones del paral correspondiente. Luego se deben instalar los soportes de tapas finales (arañas) en el paral según la indicación del poka yoke, el cual cuenta con varios cortes diseñados para tal fin. Este poka yoke cuenta con la versión derecha e izquierda respectivamente y debe ser utilizado en los casos donde la celda este diseñada bajo la norma contra arco interno AS3439-1														
<b>IMPACTO QUE PERCIBE EL CLIENTE:</b> El cliente recibirá las celdas con los soportes de tapas instalados adecuadamente y no tendrá problemas al instalar o retirar las tapas finales laterales o posteriores														
<b>IMPACTO INTERNO:</b> Los ensambladores minimizarán su tiempo de ensamble ya que no tendrán que medir con el flexómetro, marcar y ensamblar, además, se estandarizará la instalación de estos soportes y no incurrirán en errores de ensamble que provocarían aumento de tiempos en reprocesos.														
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"><b>NOMBRE :</b></td> <td style="width: 35%;">Jhonathan Sanchez</td> <td style="width: 35%;">Juan Paez</td> </tr> <tr> <td><b>FIRMA :</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>FECHA :</b></td> <td>13 de Agosto de 2014</td> <td>13 de Agosto de 2014</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>ELABORÓ FORMATO</b></td> <td style="text-align: center;"><b>REVISÓ FORMATO</b></td> </tr> </table>	<b>NOMBRE :</b>	Jhonathan Sanchez	Juan Paez	<b>FIRMA :</b>			<b>FECHA :</b>	13 de Agosto de 2014	13 de Agosto de 2014		<b>ELABORÓ FORMATO</b>	<b>REVISÓ FORMATO</b>
<b>NOMBRE :</b>	Jhonathan Sanchez	Juan Paez												
<b>FIRMA :</b>														
<b>FECHA :</b>	13 de Agosto de 2014	13 de Agosto de 2014												
	<b>ELABORÓ FORMATO</b>	<b>REVISÓ FORMATO</b>												

Fuente: Propia

	<p align="center"><b>Poka-Yoke</b>  Instalacion de Soportes de Tapas Finales Laterales  y Posteriores - Según Norma IEC61641</p>	<p align="center"><b>Codigo Global:</b>  <b>6669</b></p>												
<b>CELULA:</b> <u>Blokset</u>	<b>TIPO DE CELDA:</b> <u>Blokset General</u>	<b>CODIGO REFERENCIA:</b> <u>6669</u>												
<b>FECHA:</b> <u>13 de Agosto de 2014</u>	<b>ESTACION:</b> <u>Alistamiento Final</u>	<b>PLANTA:</b> <u>Funza - Baja Tension</u>												
<p align="center"><b>POKAYOKE</b></p> 	<p align="center"><b>UTILIZACION</b></p> 													
<p><b>MODO DE USO:</b>  Los dos tornillos ubicados en el extremo del poka yoke deben ser introducidos en las dos primeras perforaciones superiores que hacen parte del conjunto de perforaciones del paral correspondiente. Luego se deben instalar los soportes de tapas finales (arañas) en el paral según la indicación del poka yoke, el cual cuenta con varios cortes diseñados para tal fin. Este poka yoke cuenta con la versión derecha e izquierda respectivamente y debe ser utilizado en los casos donde la celda este diseñada bajo la norma contra arco interno IEC61641</p>														
<p><b>IMPACTO QUE PERCIBE EL CLIENTE:</b>  El cliente recibirá las celdas con los soportes de tapas instalados adecuadamente y no tendrá problemas al instalar o retirar las tapas finales laterales o posteriores</p>														
<p><b>IMPACTO INTERNO:</b>  Los ensambladores minimizarán su tiempo de ensamble ya que no tendrán que medir con el flexómetro, marcar y ensamblar, además, se estandarizará la instalación de estos soportes y no incurrirán en errores de ensamble que provocarán aumento de tiempos en reprocesos.</p>														
<table border="1"> <tr> <td><b>NOMBRE :</b></td> <td>Jhonathan Sanchez</td> <td>Juan Paez</td> </tr> <tr> <td><b>FIRMA :</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>FECHA :</b></td> <td>13 de Agosto de 2014</td> <td>13 de Agosto de 2014</td> </tr> <tr> <td></td> <td><b>ELABORÓ FORMATO</b></td> <td><b>REVISÓ FORMATO</b></td> </tr> </table>			<b>NOMBRE :</b>	Jhonathan Sanchez	Juan Paez	<b>FIRMA :</b>			<b>FECHA :</b>	13 de Agosto de 2014	13 de Agosto de 2014		<b>ELABORÓ FORMATO</b>	<b>REVISÓ FORMATO</b>
<b>NOMBRE :</b>	Jhonathan Sanchez	Juan Paez												
<b>FIRMA :</b>														
<b>FECHA :</b>	13 de Agosto de 2014	13 de Agosto de 2014												
	<b>ELABORÓ FORMATO</b>	<b>REVISÓ FORMATO</b>												

Fuente: Propia

	<b>Poka-Yoke</b> <b>Corte de Empaques Intermedios</b>	<b>Codigo Global:</b> <b>6672</b>												
<b>CELULA:</b> <u>Blokset</u>	<b>TIPO DE CELDA:</b> <u>Blokset General</u>	<b>CODIGO REFERENCIA:</b> <u>6672</u>												
<b>FECHA:</b> <u>13 de Agosto de 2014</u>	<b>ESTACION:</b> <u>Alistamiento Final</u>	<b>PLANTA:</b> <u>Funza - Baja Tension</u>												
<b>POKAYOKE</b>	<b>UTILIZACION</b>													
	 													
<b>MODO DE USO:</b> Este poka yoke esta diseñado con el fin de cortar los extremos de los empaques planos según el tipo de bisagra sobre la cual serán instalados. Se debe evaluar donde se ubicara el empaque para determinar la longitud de corte requerido según el tipo de bisagra, luego ubicar el poka yoke sobre una de las esquinas del empaque y cortar con un bisturi afilado.														
<b>IMPACTO QUE PERCIBE EL CLIENTE:</b> Uniformidad y buen aspecto visual en los cortes de los empaques														
<b>IMPACTO INTERNO:</b> Esto le permite al ensamblador disminuir tiempos de operación ya que no tendría la necesidad de medir cada vez que requiera cortar, además se garantizara un adecuado y estandarizado corte.														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"><b>NOMBRE :</b></td> <td style="width: 33%;">Jhonathan Sanchez</td> <td style="width: 33%;">Juan Paez</td> </tr> <tr> <td><b>FIRMA :</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>FECHA :</b></td> <td>13 de Agosto de 2014</td> <td>13 de Agosto de 2014</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>ELABORÓ FORMATO</b></td> <td style="text-align: center;"><b>REVISÓ FORMATO</b></td> </tr> </table>			<b>NOMBRE :</b>	Jhonathan Sanchez	Juan Paez	<b>FIRMA :</b>			<b>FECHA :</b>	13 de Agosto de 2014	13 de Agosto de 2014		<b>ELABORÓ FORMATO</b>	<b>REVISÓ FORMATO</b>
<b>NOMBRE :</b>	Jhonathan Sanchez	Juan Paez												
<b>FIRMA :</b>														
<b>FECHA :</b>	13 de Agosto de 2014	13 de Agosto de 2014												
	<b>ELABORÓ FORMATO</b>	<b>REVISÓ FORMATO</b>												

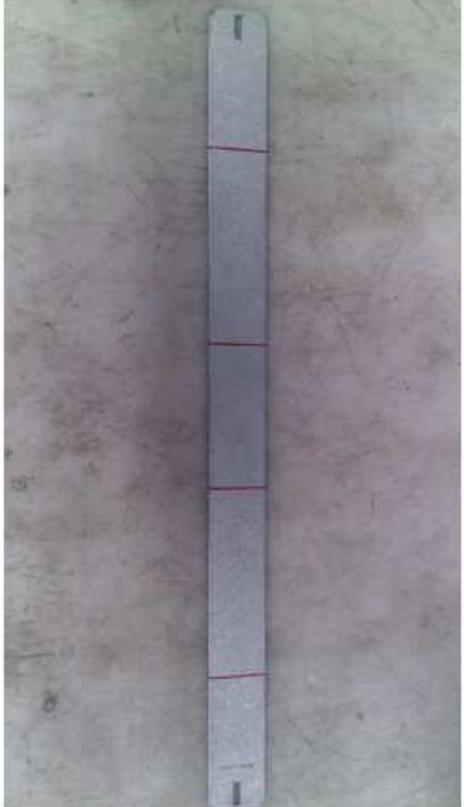
Fuente: Propia

	<b>Poka-Yoke</b> <b>Corte de Empaques Inferiores</b>	<b>Codigo Global:</b> <b>6673</b>												
<b>CELULA:</b> <u>Blokset</u>	<b>TIPO DE CELDA:</b> <u>Blokset General</u>	<b>CODIGO REFERENCIA:</b> <u>6673</u>												
<b>FECHA:</b> <u>13 de Agosto de 2014</u>	<b>ESTACION:</b> <u>Alistamiento Final</u>	<b>PLANTA:</b> <u>Funza - Baja Tension</u>												
<b>POKAYOKE</b> 	<b>UTILIZACION</b> 													
<b>MODO DE USO:</b> Este poka yoke esta diseñado con el fin de cortar los extremos de los empaques planos según el tipo de perfil inferior sobre el cual serán instalados. Se debe evaluar donde se ubicara el empaque para determinar la longitud de corte requerido según el tipo de perfil inferior, luego ubicar el poka yoke sobre una de las esquinas del empaque y cortar con un bisturi afilado.														
<b>IMPACTO QUE PERCIBE EL CLIENTE:</b> Uniformidad y buen aspecto visual en los cortes de los empaques														
<b>IMPACTO INTERNO:</b> Esto le permite al ensamblador disminuir tiempos de operación ya que no tendría la necesidad de medir cada vez que requiera cortar, además se garantizara un adecuado y estandarizado corte.														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"><b>NOMBRE :</b></td> <td style="width: 33%;">Jhonathan Sanchez</td> <td style="width: 33%;">Juan Paez</td> </tr> <tr> <td><b>FIRMA :</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>FECHA :</b></td> <td>13 de Agosto de 2014</td> <td>13 de Agosto de 2014</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>ELABORÓ FORMATO</b></td> <td style="text-align: center;"><b>REVISÓ FORMATO</b></td> </tr> </table>			<b>NOMBRE :</b>	Jhonathan Sanchez	Juan Paez	<b>FIRMA :</b>			<b>FECHA :</b>	13 de Agosto de 2014	13 de Agosto de 2014		<b>ELABORÓ FORMATO</b>	<b>REVISÓ FORMATO</b>
<b>NOMBRE :</b>	Jhonathan Sanchez	Juan Paez												
<b>FIRMA :</b>														
<b>FECHA :</b>	13 de Agosto de 2014	13 de Agosto de 2014												
	<b>ELABORÓ FORMATO</b>	<b>REVISÓ FORMATO</b>												

Fuente: Propia

	<b>Jidoka</b> <b>Verificación de Distancias de Aislamiento en celdas de Baja Tensión</b>		<b>Código Global:</b> <b>7129</b>
	<b>CELULA:</b> <u>Blokset</u>	<b>TIPO DE CELDA:</b> <u>Blokset General</u>	<b>CODIGO REFERENCIA:</b> <u>7129</u>
<b>FECHA:</b> <u>13 de Agosto de 2014</u>	<b>ESTACION:</b> <u>Alistamiento Final</u>	<b>PLANTA:</b> <u>Funza - Baja Tensión</u>	
<b>JIDOKA</b>		<b>UTILIZACION</b>	
			
<b>MODO DE USO:</b> El Jidoka esta diseñado con un diámetro de 8 y 14 mm respectivamente con el fin de comprobar la distancia entre Fase-Fase y Fase-Tierra según la Tensión Básica de Impulso (BIL). El inspector de control calidad solo deberá pasar los cilindros entre las áreas que deba comprobar y en caso de que no llegue a pasar el cilindro entre las dos líneas, se deberá reportar la anomalía e identificar como temporalmente no conforme.			
<b>IMPACTO QUE PERCIBE EL CLIENTE:</b> No se presentaran arcos internos o puntos calientes en zonas donde las distancias de aislamiento sean reducidas. El cliente notara el cumplimiento de todas las distancias de aislamiento en la celda según la tensión básica de impulso (BIL)			
<b>IMPACTO INTERNO:</b> El Jidoka facilita la inspección de las distancias de aislamiento en las celdas Blokset.			
		<b>NOMBRE :</b> Jhonathan Sánchez	Juan Páez
		<b>FIRMA :</b>	
		<b>FECHA :</b> 13 de Agosto de 2014	13 de Agosto de 2014
		<b>ELABORÓ FORMATO</b>	<b>REVISÓ FORMATO</b>

Fuente: Propia

	<p align="center"><b>Poka-Yoke</b>  <b>Instalación de Símbolo Rayo en Puertas</b></p>	<p align="center"><b>Código Global:</b>  <b>7139</b></p>												
<b>CELULA:</b> <u>Blokset</u>	<b>TIPO DE CELDA:</b> <u>Blokset General</u>	<b>CODIGO REFERENCIA:</b> <u>7139</u>												
<b>FECHA:</b> <u>13 de Agosto de 2014</u>	<b>ESTACION:</b> <u>Alistamiento Final</u>	<b>PLANTA:</b> <u>Funza - Baja Tensión</u>												
<p align="center"><b>POKAYOKE</b></p> 	<p align="center"><b>UTILIZACION</b></p> 													
<p><b>MODO DE USO:</b>          Se debe ubicar la plantilla en la parte inferior de las manijas de la puerta de manera que los trazos rojos de los extremos queden alineados con los bordes internos de las manijas. luego se procede a colocar las placas o calcomanias tomando como punto de referencia los dos trazos en rojo ubicados al interno de la plantilla</p>														
<p><b>IMPACTO QUE PERCIBE EL CLIENTE:</b>          Uniformidad y precisión en la instalación de las placas de advertencia de celdas Blokset</p>														
<p><b>IMPACTO INTERNO:</b>          Se reducirán tiempos en la instalación de símbolos de advertencia "Rayo" ya que no tendrán que medir con el Flexometro cada vez que necesiten instalarlas.          Se eliminaran las observaciones por parte de control calidad en lo que corresponde a la instalación de las placas de advertencia y hombre rayo.</p>														
<table border="1"> <tr> <td><b>NOMBRE :</b></td> <td>Jhonathan Sánchez</td> <td>Juan Páez</td> </tr> <tr> <td><b>FIRMA :</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>FECHA :</b></td> <td>13 de Agosto de 2014</td> <td>13 de Agosto de 2014</td> </tr> <tr> <td></td> <td><b>ELABORÓ FORMATO</b></td> <td><b>REVISÓ FORMATO</b></td> </tr> </table>			<b>NOMBRE :</b>	Jhonathan Sánchez	Juan Páez	<b>FIRMA :</b>			<b>FECHA :</b>	13 de Agosto de 2014	13 de Agosto de 2014		<b>ELABORÓ FORMATO</b>	<b>REVISÓ FORMATO</b>
<b>NOMBRE :</b>	Jhonathan Sánchez	Juan Páez												
<b>FIRMA :</b>														
<b>FECHA :</b>	13 de Agosto de 2014	13 de Agosto de 2014												
	<b>ELABORÓ FORMATO</b>	<b>REVISÓ FORMATO</b>												

Fuente: Propia

	<b>Utillaje</b> <b>Corte de Cableado para Interconexiones</b>	<b>Código Global:</b> <b>7140</b>												
<b>CELULA:</b> <u>Blokset</u>	<b>TIPO DE CELDA:</b> <u>Blokset General</u>	<b>CODIGO REFERENCIA:</b> <u>7140</u>												
<b>FECHA:</b> <u>13 de Agosto de 2014</u>	<b>ESTACION:</b> <u>Alistamiento Final</u>	<b>PLANTA:</b> <u>Funza - Baja Tensión</u>												
<b>POKAYOKE</b>	<b>UTILIZACION</b>													
														
<b>MODO DE USO:</b> Para utilizar el utillaje debemos determinar la longitud y cantidad de cables requerida. Si se requieren 100 cables de 1 metro ubicamos los topes a 50 cm entre si, luego hacemos girar el cable 100 veces sobre los topes y por ultimo se debe cortar en cualquier punto la totalidad de los cables.														
<b>IMPACTO QUE PERCIBE EL CLIENTE:</b> Uniformidad en la longitud de los cables de interconexion.														
<b>IMPACTO INTERNO:</b> Se reducen los tiempos de alistamiento de cable para interconexiones, ya que los cableadores no tendran la necesidad de medir y cortar cable por cable.														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"><b>NOMBRE :</b></td> <td style="width: 35%;">Jhonathan Sánchez</td> <td style="width: 35%;">Juan Páez</td> </tr> <tr> <td><b>FIRMA :</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>FECHA :</b></td> <td>13 de Agosto de 2014</td> <td>13 de Agosto de 2014</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>ELABORÓ FORMATO</b></td> <td style="text-align: center;"><b>REVISÓ FORMATO</b></td> </tr> </table>			<b>NOMBRE :</b>	Jhonathan Sánchez	Juan Páez	<b>FIRMA :</b>			<b>FECHA :</b>	13 de Agosto de 2014	13 de Agosto de 2014		<b>ELABORÓ FORMATO</b>	<b>REVISÓ FORMATO</b>
<b>NOMBRE :</b>	Jhonathan Sánchez	Juan Páez												
<b>FIRMA :</b>														
<b>FECHA :</b>	13 de Agosto de 2014	13 de Agosto de 2014												
	<b>ELABORÓ FORMATO</b>	<b>REVISÓ FORMATO</b>												

Fuente: Propia

## ANEXO 12

### Resumen Analítico Educativo

***Tipo de Documento***

Trabajo de Grado

***Título***

Implementación de *Poka Yokes* y *Jidokas* en la línea de ensamble y cableado de Schneider Electric - Colombia

Enfocado a la optimización de tiempos en las actividades de alistamiento

***Autor***

Sánchez Cardona, Jhonathan Alexander

***Lugar***

Universidad ECCI – Bogotá

***Fecha***

Agosto de 2015

***Palabras Claves***

Poka Yoke, Jidoka, DMAIC, Carta de Control, Análisis Pareto, 5 ¿Por qué?, Eficiencia, *Brain Storming*, Diagrama de Flujo, Norma IEC, Celda Eléctrica, Norma RETIE

## **Descripción**

El presente proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Industrial tiene como objetivo identificar las causas raíz que producen una reducción significativa en el indicador de eficiencia correspondiente a la etapa de alistamiento de celdas Blokset en Schneider Electric - Colombia y el análisis detallado de actividades que producen errores de manufactura y generan reprocesos. También contempla la propuesta de herramientas de mejora continua como Poka Yokes y Jidokas que permitan un aumento de eficiencia en las actividades de ensamble y cableado durante la etapa de alistamiento de celdas Blokset en Schneider Electric – Colombia.

## **Fuentes**

Para esta investigación se consultaron en total 9 fuentes las cuales se relacionan a continuación:

Schneider Electric – Colombia, consultando indicadores de gestión, normas internas, normas legales inherentes al producto y proceso productivo.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD, 5 ¿Por qué?, [En línea], Disponible en: <http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/5-porque> Recuperado el 27 de julio de 2015.

BERTRAND L. HANSEN (1990), Control Calidad - Teoría y Aplicaciones, Getafe - España, Ediciones: Díaz de Santos S.A.

COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL (2001). Norma Europea 60529:2001 Grados de Protección proporcionados por encerramientos (código IP), Edición 2.1. Ginebra, Suiza, Comisión Electrotécnica Internacional.

COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL (2008). Norma Europea 61641:2008 Conjuntos de Aparata de Baja Tensión Cerrados – Guía para las pruebas bajo condiciones de arco debido a falla interna, Edición 2.0. Ginebra, Suiza, Comisión Electrotécnica Internacional.

COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 201 (2001). Norma Europea 60439-1:1999 Conjuntos de Aparata de Baja Tensión: Conjuntos de Serie y Conjuntos Derivados de Serie, Versión Oficial. Madrid, España, AENOR.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍAS (2013). Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. RETIE, Resolución 9 0708. Bogotá, Colombia, Ministerio de Minas y Energías.

RAFAEL TORREGROSA SANCHEZ (2010). Técnicas de identificación y resolución de problemas, Consorcio Hospital General Universitario, Valencia, España.

RAFAEL CARLOS CABRERA, Manual de *Lean Manufacturing* TPS Americanizado, [En Línea] Disponible en: [http://www.academia.edu/5205722/Manual de Lean Manufacturing TPS Americanizado](http://www.academia.edu/5205722/Manual_de_Lean_Manufacturing_TPS_Americanizado) Recuperado el 19 de febrero de 2015.

SEN H. HIRANO (1991). Poka Yoke: Mejorando la Calidad del Producto Evitando los Defectos, Edición Ilustrada. Kentucky, Estados Unidos, Taylor & Francis.

### **Contenido**

Para apoyar la investigación del problema a abordar se presentan en primer lugar la grafica de control correspondiente a la eficiencia en las actividades de alistamiento de celdas Blokset en Schneider Electric de Colombia y el indicador de defectos de manufactura, describiendo mensualmente el comportamiento de dichos indicadores para el 2014. Luego, se presentan los análisis investigativos que permiten determinar las desviaciones del proceso, las causas raíz del problema, propuesta a ser implementadas, pronóstico de mejoramiento en planta y resultados obtenidos. Toda la información mencionada anteriormente se apoya en las fuentes técnicas del producto, indicadores de gestión de Schneider Electric de Colombia, libros, documentos y páginas web relacionadas con herramientas de mejora continua.

Todo lo anterior enmarcado en los siguientes capítulos:

Capitulo 1: Titulo de la investigación

Capitulo 2: Introducción

Capitulo 3: Problema de investigación

Capitulo 4: Objetivos de la investigación

Capitulo 5: Justificación y delimitación de la investigación

Capitulo 6: Marco de referencia de la investigación

Capitulo 7: Diseño metodológico

Capitulo 8: Fuentes para la obtención de información

Capitulo 9: Recursos

Capitulo 10: Cronograma

Capitulo 11: Puesta en marcha

Capitulo 12: Resultados obtenidos

Capitulo 13: Conclusiones

Capitulo 14: Recomendaciones

Capitulo 15: Bibliografía

Capitulo 16: Anexos

El trabajo ofrece también imágenes del proceso productivo, fotografías de las herramientas propuestas e implementadas, evidencia de los manuales y las capacitaciones ofrecidas, entre otras actividades relacionadas con el mejoramiento continuo del proceso productivo.

El resultado de la investigación e implementación de acciones de mejora muestra la eficacia del proyecto y permite cumplir con los indicadores de calidad y eficiencia estimados para el 2015.

### ***Metodología***

La presente investigación es de tipo analítico, descriptivo y experimental utilizando indicadores de gestión para determinar el estado actual de gestión productiva, así como manuales y procedimientos relacionados con las actividades de ensamble y cableado en la etapa de alistamiento de las celdas Blokset correspondientes a Schneider Electric de Colombia. También se emplearon herramientas de mejora continua tales como: Grafica de Control, Diagrama de Causa y Efecto, Análisis 5 ¿Por qué?, *Brain Storming*, Hoja de verificación, Análisis de Pareto entre otras.

Para el análisis del problema fue necesario identificar el comportamiento del indicador de eficiencia en alistamiento mediante los registros históricos consignados en las gráficas de control, dichas graficas permitieron identificar que en ninguno de los primeros 6 meses del 2014 se cumplió con la meta establecida.

Al identificar la ineficiencia en las operaciones de alistamiento, analizaron las variables que hacen parte del entorno de alistamiento mediante el diagrama causa y efecto, allí se consignan las 5 variables “M” (Método, Medición, Mano de Obra, Materia Prima y Maquinaria) y las causas del problema relacionadas en cada variable.

Luego de establecer las causas y sus variables, se desplego un análisis 5 ¿Por qué? a cada causa establecida, con el fin de determinar las causas raíz de cada una.

Posteriormente, luego de identificar las causas raíz que afectan directamente el problema abordado, fue conveniente llevar a cabo una lluvia de ideas “*Brain*

*Storming*” con un grupo multidisciplinar que conocía todas las posibles soluciones de cada causa raíz.

### **Conclusiones**

Se aumento satisfactoriamente la eficiencia en las operaciones de alistamiento, incrementando dicho indicador un 39% en Diciembre de 2014 y logrando el objetivo corporativo.

El método utilizado para analizar y determinar las causas globales y específicas del problema fue el más adecuado.

Al utilizar la lluvia de ideas enfocadas a las causas raíz establecidas, se logro enfocar la implementación del proyecto sobre el problema puntual.

La implementación de Poka Yokes y Jidokas en la industria manufacturera permite no solo aumentar la eficiencia productiva, sino también eliminar la causa raíz o detectar todos los posibles errores que pueda generar una actividad.

Una lista de chequeo dinámica y versátil aumenta el interés del personal en registrarla conscientemente, además de auto capacitarlos por medio del uso constante.

Con la ayuda del personal de ensamble y cableado se llevo a un buen termino la implementación del proyecto, motivados por las capacitaciones y el acompañamiento técnico recibido.

Se implementaron Poka Yokes y Jidokas satisfactoriamente reduciendo los defectos y aumentando el nivel de eficiencia.

Se diseñaron y crearon manuales, instructivos, capacitaciones y hojas de vida a la medida de las herramientas propuestas.

A pesar de que la implementación del proyecto está en etapa de sostenibilidad, se evidencian resultados favorables y con inclinación a la mejora continua.