

# PROPUESTA DE MEJORA PARA LA REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS Y LA OPTIMIZACIÓN DE ESPACIO EN EL ENSAMBLE DE TABLEROS ELECTRICOS DE VARIADORES S.A

Karen Muñoz Piñeros, Laura Guerrero Silva, Margiori González Siabato, July Alba, Edwin Hamith Parra

[Karen.munoz@ecc.edu.co](mailto:Karen.munoz@ecc.edu.co)

[margiori.gonzalezs@ecc.edu.co](mailto:margiori.gonzalezs@ecc.edu.co)

[Laura.guerreros@ecc.edu.co](mailto:Laura.guerreros@ecc.edu.co)

[july.albam@ecc.edu.co](mailto:july.albam@ecc.edu.co)

[Edwin.parra30086@ecc.edu.co](mailto:Edwin.parra30086@ecc.edu.co)

*Resumen-* La empresa Variadores S.A. tiene como funciones principales la producción de tableros eléctricos (actividad respaldada por la certificación RETIE) y la comercialización de equipos mecánicos de transmisión de potencia y electrónicos de control de movimiento. Sin embargo, temas como los largos trayectos que deben recorrer sus empleados de un lugar a otro, los aumentos de tiempos muertos, así como la distracción de los operarios en la ejecución de las tareas, están incidiendo en la calidad de sus productos y pueden conllevar al decaimiento de la empresa, pues ocasionan defectos de calidad e incumplimientos con los clientes.

Con base en criterios de eficiencia y productividad, que deben guiar los principios de una empresa para que resulte efectiva y competitiva, este documento realiza un análisis detallado de los problemas que afectan a la empresa Variadores S.A. y propone un plan de mejora para la optimización de tiempos y movimientos. Con la implementación de estas medidas se busca reducir tiempo y material con el fin de optimizar los recursos en pro de la mejora continua.

*Abstract-* Variadores Company S.A. Its functions include the production of switchgears (activity supported by the RETIE Certification) and Commercialization of Mechanical Power Transmission Equipment and Electronic Motion Control. However, topics such as long journeys should v go its employees UN place to another, increases downtime and distraction of operators in the performance of tasks, they are affecting the quality of their products

and can lead to decay of the Company, as Quality Defects cause and incumplimientos with customers.

Base with bathroom criteria of efficiency and productivity, which should guide the principles of Company to be effective and competitive, this document Make UN Detailed Analysis of Problems Affecting the Company Variadores SA AND PROPOSES a plan for improvement Optimization Time and Motion. With the Implementation of Measures These Reduce Time and materials Wanted order to optimize resources towards continuous improvement.

## INTRODUCCIÓN

La empresa VARIADORES S.A. es una organización reconocida en el sector eléctrico por la producción de tableros especializados, bombas y ascensores, además el producto cuenta con el respaldo en certificación RETIE, conformidad de calidad y servicio técnico.

La producción de tableros eléctricos está dividida en familias:

✓ J1000

- ✓ V1000
- ✓ iQpum Micro
- ✓ A1000
- ✓ iQpum 1000
- ✓ L1000

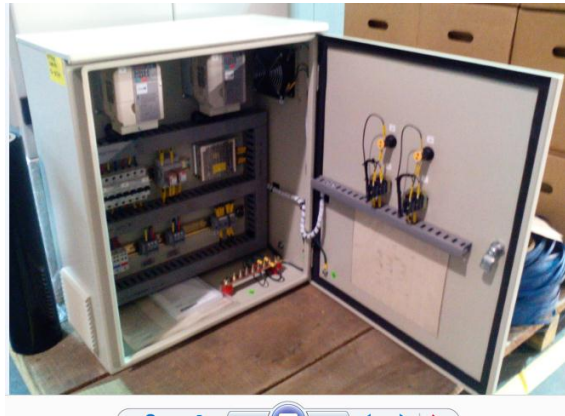
Variadores S.A. Es distribuidor exclusivo de variadores marca YASKAWA el cual es elemento eléctrico clave para el ensamble de los tableros

La empresa hace presencia en ciudades como: Cali, Barranquilla, Medellín, Bogotá D.C. y países como Chile.

Con la elaboración del siguiente paper se pretende demostrar que mediante la aplicación de la localización y distribución en planta se pueden crear estrategias de mejoramiento, las cuales permitan la reducción de riesgos de enfermedades profesionales, accidentes laborales, retrasos en el cumplimiento de la producción, distancias y recorridos innecesarios, generando secuencias lógicas de producción, además de un incremento de la productividad y optimización de espacio, reubicando los elementos que interactúan en el proceso de producción de ensamble de tableros eléctricos.



*Imagen 1. Variador de velocidad. Fuente propia*



*Imagen 2. Tablero eléctrico iQpum Micro 2 bombas abierto.*

*Fuente propia*



*Imagen 3. Tablero eléctrico iQpum Micro 2 bombas cerrado.*

*Fuente propia*

## PROBLEMÁTICA

El departamento de compras evidencia en el mes de abril de 2016 una facturación de mano de obra elevada en \$29.000.000 en comparación de la factura emitida en el mes de diciembre del año 2015 de \$12.000.000 ocasionando una diferencia de \$17.000.000 razón por la cual el director Nacional de servicio técnico y ensamble de tableros identifica las fallas en el proceso de producción, las cuales generan sobrecostos con desperdicios tanto en tiempo como en material.

De acuerdo al análisis realizado al sistema de producción y el plano del área de ensamble se identifica lo siguiente:

Los colaboradores no tienen el material cerca para desarrollar sus operaciones de manera rápida y eficiente, tienen que desplazarse de su puesto de trabajo por toda la planta para poder tomar el material, cabe aclarar que como el personal operativo es contratista y se les paga por hora y no por proyecto o tablero es más conveniente para ellos realizar más caminatas de la normal, convirtiéndose en el factor principal que ocasiona tiempo muerto en la operación y desconcentración.

En el momento que el operario llega a su puesto y continúa con sus actividades no recuerda en que operación iba y tiene que volver a leer el plano y en algunos casos conecta mal los cables, se le olvidan ubicar elementos eléctricos fundamentales para el funcionamiento del tablero, generando defectos de calidad e incumplimiento con el cliente.

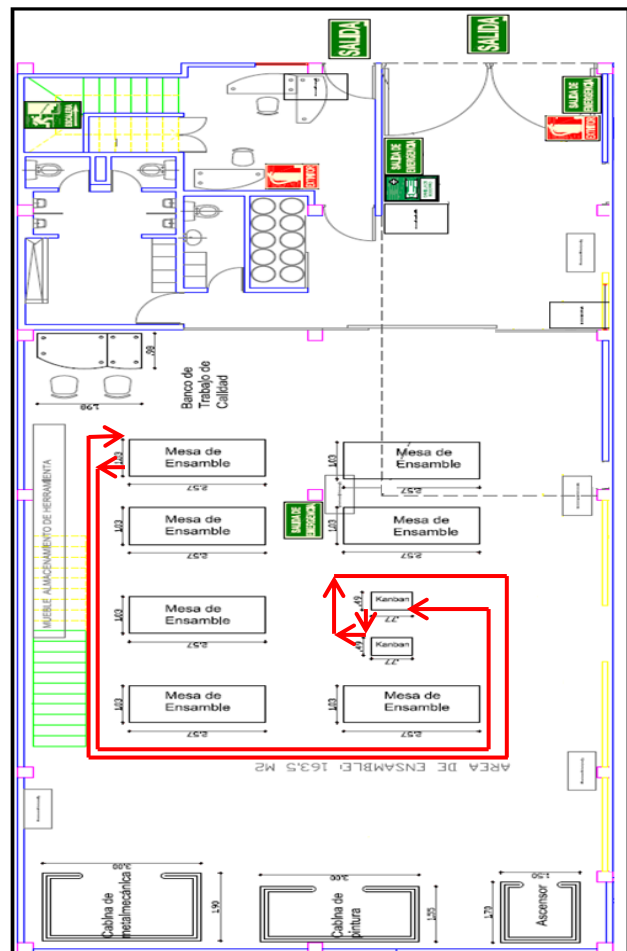
Los cálculos del problema planteado se discrimina de la siguiente manera:

Actualmente se realizan 30 desplazamientos de los bancos de trabajo a los kanban de materiales con 59 pasos, 1440/horas año que emplean para la solución a los defectos de calidad presentados en el proceso y 199.99 /horas año de tiempo muerto en toda la operación.

TABLA I  
TIEMPOS DE LOS MOVIMIENTOS ANTES DE LA MEJORA

Variadores S.A.			
Tiempo antes de la mejora			
Recorridos	Pasos	Tiempos	Tiempos
30	59	8,6/hora mes	102,6/hora año
Tiempo muerto			
16,66/hora mes			199,99/hora mes
Total tiempo de reprocesos			1440/horas año
Total perdida			
			<b>\$27.881.440</b>

## Plano actual



En el plano anterior se observa que la ubicación de los dos kanban de materiales requieren el desplazamiento del personal operativo para tomar los elementos del ensamble, como: tornillería, terminales, stickers de identificación y marquillas, generando fatiga, tiempos muertos y desconcentración, ocasionando errores y defectos de calidad que retrasan los tiempos de producción y entrega del producto alrededor de 1 a 5 horas por tablero.

Con las líneas rojas, se evidencia un ejemplo del recorrido innecesario y largo que tiene que hacer el operario para tomar el material de los kanban.

En los siguientes indicadores se evidencia el no cumplimiento de la meta (no superar el 5% de defectos de calidad).

Las siguientes gráficas demuestran la veracidad del problema en cantidad y porcentaje de los reprocesos ocasionados por la desconcentración de los recorridos innecesarios de la planta.

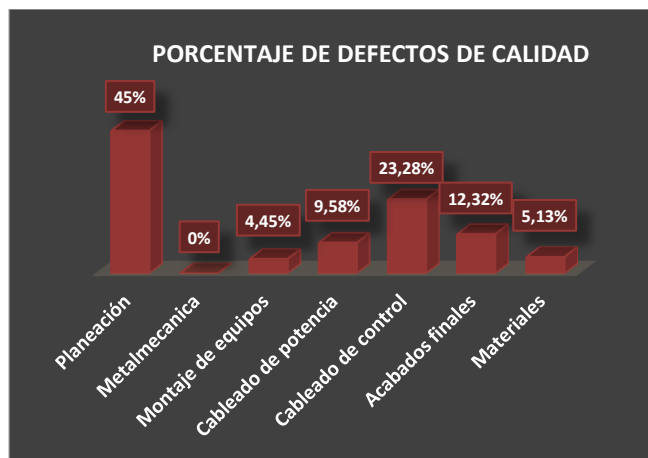


Grafico 2. Porcentajes Defectos de calidad en Variadores SA

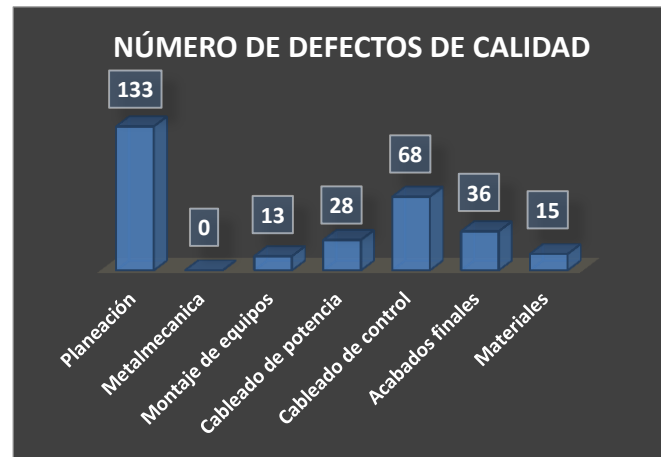


Grafico 1. Defectos de calidad en Variadores SA

Se aclara que el análisis de la situación mencionada y gráficas corresponden al mes de junio hecho por la analista de producción con el direccionamiento del Director Nacional del departamento, persona que detectó el problema en un inicio y solicitó las estadísticas, porque el control y manejo del proceso inicio hasta el mes de mayo de 2016.

## OBJETIVOS

### *Objetivo general*

Elaborar un plan de mejora para la optimización de tiempos y movimientos por medio de una herramienta lean en el sistema de producción de tableros eléctricos en la empresa VARIADORES S.A.

### *Objetivos específicos*

- Realizar el diagnóstico del sistema de producción de la empresa Variadores S.A.
- Identificar falencias y oportunidades de mejora en el ensamble de tableros eléctricos.
- Elaborar una estrategia que reduzca los reprocesos y desplazamientos innecesarios.
- Implementar el plan de mejora para el sistema de producción, con el fin de demostrar la reducción de reprocesos, desplazamientos innecesarios y costos.

## ESTADO DEL ARTE MARCO TEÓRICO

Variadores S.A. cuenta con un sistema de producción de tableros eléctricos, entendiéndose como: gabinetes en los que se concentran los dispositivos de conexión, control, maniobra, protección, medida, señalización y distribución, todos estos dispositivos permiten que una instalación eléctrica funcione adecuadamente.

El sistema de producción está dividido por etapas:

- Planeación, responsable de realizar la ingeniería y adaptación de los sistemas a las requisiciones del cliente, además de proporcionar planimetría mecánica, eléctrica y diagrama unifilar con sus respectivas marquillas, stickers de peligrosidad e identificación.
- Metalmecánica, responsable de realizar todas las perforaciones para la instalación de ventilación y pilotería.
- Montaje de equipos, responsable de realizar la instalación de todos los elementos eléctricos de acuerdo al plano mecánico.
- Cableado de potencia, responsable de realizar las conexiones eléctricas de potencia de acuerdo al plano entregado por el asesor de planta.
- Cableado de control, responsable de realizar las conexiones eléctricas de control de acuerdo a el plano entregado por el asesor de planta.
- Acabados finales, responsables de realizar la limpieza del tablero eléctrico, colocar stickers de peligrosidad e identificación, además del amarillado de las conexiones.

El sistema de producción se realiza con personal contratado directamente por la empresa y por medio de contratistas, discriminado de la siguiente manera:

### Personal de planta fija:

- Asesor de planta (Supervisa la operación y soluciona dudas al personal)
- Inspector de calidad (Verificación y liberación de conformidad del producto)

- Ingeniero eléctrico (planimetría eléctrica y mecánica)
- líder del proceso (cotización y análisis de ingeniería)
- Analista de producción (estandarización, mejora continua, seguridad industrial).

### Personal tercerizado:

- Asesor eléctrico: Responsable de realizar el cableado de potencia y control.
- Ayudante eléctrico: Responsable de realizar el montaje de equipos y acabados finales.

El personal externo realiza un cobro por persona de \$16.000/hora.

La localización y distribución en planta permite determinar cuál será el sitio más adecuado para que se puedan realizar las actividades de cada proceso de la manera más óptima. En los procesos se pueden encontrar factores que nos permiten determinar la ubicación de la planta logrando minimizar costos, aumentar la producción, que el cliente este satisfecho y el buen funcionamiento en las empresas. La aplicación que tiene la localización y distribución de planta para la empresa en estudio es la mejora de la ubicación de las herramientas y por tanto, del desplazamiento de los operarios. “La distribución en planta es un fundamento de la industria. Determina la eficiencia y, en algunos casos, la supervivencia de una empresa.” [1]. “La distancia a recorrer de los materiales en su proceso de transformación sea el más corto posible” [2], de acuerdo a este principio, para que la localización y distribución en una planta sea exitosa se debe realizar un estudio exhaustivo con el fin de poder aprovechar al máximo cada espacio que tenga el sitio de la planta.

El diseño de la distribución en planta conlleva el análisis de las necesidades de espacio para cada centro de trabajo, el espacio total disponible, las relaciones lógicas dentro del proceso productivo y los costes de desplazamiento de materiales generados por la distribución. [3]

Por lo anterior es importante resaltar que para obtener un buen flujo de materiales se debe tener un diseño adecuado en la distribución, de esta manera se evitara problemas en la optimización de la producción.

Los tipos de distribución son por proceso, por producto y por posición fija. Por proceso es cuando las actividades que son similares se agrupan. Por producto se maneja cuando se procesa un producto específico donde la

materia prima está en movimiento. “Por posición fija: todo el equipo de fabricación se dirige hacia el producto”. [4] Al conocer los tipos de distribución, podemos determinar cuál es el indicado para establecer en la planta y así mismo, sacar el mayor provecho en cuanto a espacio, organización, movilidad, transporte.

“Suele cometerse el error de asignarle a la estética del diseño una importancia exagerada, desmereciendo la funcionalidad” [5], lo que significa que a veces en las empresas se tienen en cuenta factores que aunque tienen su debida relevancia no alteran en nada el proceso normal que se lleva, por lo tanto, es importante priorizar las verdaderas funciones que generen productividad y minimicen costos.

El kaizen o la mejora continua se conocen como una filosofía que es capaz de integrar a todos los trabajadores de una compañía para llevar a cabo con sus aportes, procesos de avance y mejora.

*Un sistema de trabajo de la filosofía kaizen que representa un esfuerzo permanente de descubrir áreas de oportunidad en un proceso completo e integral que contribuya a mejorar (enfoque Kairyo) y mantener el rendimiento del proceso, agregar valor al mismo y crear orgullo en los empleados por los objetivos que logren.* [6]

El Kaizen tiene principios fundamentales los cuales hacen posible que se realice de manera efectiva en las empresas. El principio de Restricciones Positivas crea condiciones para evitar que se tengan productos con fallas. El principio de Restricciones Negativas es en base en las existencias de cuellos de botella, que vuelven lento el proceso para la creación de productos y servicios.

El principio de Enfoque enfila los recursos que se tiene a las actividades que tienen mayor competitividad.

Principio de facilitador: básicamente lo que busca es que las actividades que se realicen sean lo más simples posibles mediante poka yoke, automatización, reingeniería, etc.

Las pequeñas empresas en sus inicios, cuando disponen de un producto innovador, no necesitan todavía de lo dicho hasta ahora; pero las empresas ya maduras o en camino de la madurez necesitan un sistema que de hecho haga explícito y consciente todo el proceso que al menos en parte ya está realmente empleando la pequeña empresa innovadora. Este sistema a de tener presente los siguientes puntos:

- El cliente ante todo
- Participación y formación

- La gestión estratégica de la calidad
- La gestión diaria del proceso
- La mejora continua y el KAIZEN [7]

En Colombia, la gran mayoría de empresas están acoplando estos conceptos a su labor diaria, ya que esta genera procedimientos simples y buenos resultados. Aunque no es nada fácil por la cultura que se ha mantenido durante años, se implementa poco a poco para ver la efectividad en las distintas empresas. “...con procedimientos tan simples a problemas cotidianos que no ayudan al mejoramiento de la logística generando atrasos en los procesos de trabajo”. [8]

Una de las finalidades a las que se pretende llegar con la implementación del kaizen en la empresa es la calidad en el producto que obtenemos, por eso de acuerdo a las distintas situaciones que se presenten pueden tener en cuenta las herramientas que complementan la mejora continua como lo son las 5M: Man (personas), Methods (métodos), Machines (maquinas), Materials (materiales), measurements (mediciones) ...”la planificación del mantenimiento y la programación que se espera combinar, mantener y restaurar la fiabilidad del equipo”. [9]

Como ejemplo de la aplicación del Kaizen, se puede mencionar la ensambladora Toyota, ya que se presentaban inconvenientes en el cumplimiento de las políticas de mantenimiento. Aunque se cuente con los recursos necesarios es de vital importancia que la alta gerencia se comprometa y brinde el apoyo para que los trabajadores manejen el mismo lenguaje al llevar a cabo las actividades de esta metodología... “la alta gerencia debe aplicar políticas de manera clara y precisa, estableciendo un programa de implementación y la vez debe demostrar liderazgo al aplicar Kaizen”. [10]

Introducen el concepto de capital intelectual suma del capital humano y el capital estructural. En donde dice que el capital humano es la combinación de conocimientos, destrezas, inventiva y capacidad de los empleados individuales de la compañía. Y el capital Estructural, está formado por los equipos programas bases de datos, estructura organizativa, patentes, marcas.

“La suma de los tiempos que dedica el operario a cada tarea, incluyendo desplazamientos, determinará puesto el tiempo total neto de trabajo del ciclo y, por supuesto, una

indicación de la duración máxima del ciclo del proceso...” [11]

A nivel mundial existe una empresa llamada WEG Equipamientos Eléctricos S.A., esta compañía Argentina se encarga de fabricar tableros electricos para variadas aplicaciones , es especializada en provisionar soluciones electro-electrónicas indutriales , con una alta gama de productos sinérgicos y competitivos a nivel tecnológico, cuentan con mano de obra especializada en la integración de componentes eléctricos.

Es éxito de esta compañía esta basada en la filosofía Kaizen, ya que demuestran su gran interés por mantener el proceso de mejora continúa, por rmedio de ensayos funcionales generales y de calentamiento que se desarrollan de manera habiatual los cuales miden cada parte del proceso en detalle.

“La capacitación es un pilar fundamental que sostiene el crecimiento de la empresa”. [12]

Mantener el personal en continua capacitación no solo genera optimización y mayor calidad en la fabricación de los productos, sino que facilita al crecimiento y posicionamiento en el mercado.

Para la selección de los tableros electricos en una buena distribución en planta. “Las características de los tableros a instalar se determinan básicamente con el número de salidas de los circuitos ramales y protecciones secundarias, datos que se obtuvieron del diseño previo”. [13]

Es de vital importancia establecer consideracines de espacio, iluminación, capacidad térmica, entre otros que garanticen un lugar seguro y agradable para los trabajadores que estaran e constante contacto los diferentes materiales.

## Desarrollo

### Nombre de la empresa

VARIADORES S.A.

### Nombre del contacto:

Fredy Garzón – Director Nacional STE y ETE.

### Productos:

Esta compañía eléctrica cuenta con más de 86 productos con referencias diferentes, agrupadas en 6 familias: J1000, V1000, iQpum Micro, A1000, iQpum 1000,L1000, las cuales tienen un estudio de ingeniería que permiten adaptar el producto a las necesidades del cliente y ubicación demográfica, para que no tengan fallas por la intemperie y lugares hostiles, todos los productos salen con

una liberación de conformidad de calidad firmada por un ingeniero Eléctrico certificado y avalado por el ministerio de educación.

### Diagnostico sistema actual

Para el proceso de ensamble de tableros eléctricos se deben ejecutar los siguientes pasos:

- Solicitud de cotización de tablero eléctrico.
- Elaboración de cotización de tablero eléctrico.
- Aprobación de cotización
- Elaboración de planos.
- Solicitud de materiales al almacén.
- Creación de orden de trabajo.
- Despacho de materiales al asesor de planta.
- Ensamble de tableros.
- Control de calidad.
- Liberación de producto terminado.
- Entrega de equipo terminado a Almacén.
- El líder en ensamble debe llevar el registro de los tableros en ensamble a través del formato de control de producción de tableros en el que se relacionan los pedidos, clientes, contacto comercial, almacenista encargado, estado, observaciones y fecha estimada de entrega de los mismos.

Esto para que todas las áreas involucradas conozcan en detalle el estado de cada proceso y las etapas en las que se encuentran los tableros por medio de un correo electrónico que envía el líder en ensamble o el asesor técnico, las etapas por las que debe pasar cada uno de los tableros ensamblados son:

- Asesoramiento técnico
- Metalmecánica:
- Montaje de equipos:
- Cableado de potencia:
- Cableado de control:
- Acabados finales
- Revisión y pruebas:

- Entregado: El tablero ya se encuentra en el almacén a la espera de despacho al cliente.

En el análisis del sistema se evidencia tiempos muertos y desplazamientos por la mala ubicación del material de los centros de trabajo ocasionando inconvenientes que generan desconcentración y el riesgo a cometer errores los cuales afectan la calidad y sobrecostos.

En la etapa de inspección de calidad se diligencia un check list el cual es el soporte que utiliza el analista de producción para diligenciar los productos no conformes y realizar el análisis de errores y el sobre costo que asume la empresa por el tiempo de la solución de las fallas y material dañado, permitiendo que se cumplan con las fechas de entrega estipuladas.

## Metodología

A continuación se describe el proceso de recopilación de información y como se logró realizar el diagnóstico con el fin de identificar las posibles soluciones a los inconvenientes que se presentan en la organización



Grafico 3. Metodología

### Análisis del problema

En esta etapa se realiza el levantamiento de información a partir de la documentación suministrada por la empresa, identificando debilidades.

### Consulta Bibliográfica

Se investiga toda la información pertinente a las técnicas que se puedan aplicar para el mejoramiento continuo de los distintos problemas de la empresa.

### Observación de la Planta

Se observa cómo se encuentra distribuida actualmente la planta y cada proceso que la compone, sus trabajadores y como realizan cada actividad.

### Entrevista con los Operarios

Para obtener información de primera mano, se entrevista a los operarios que manejan cada uno de los procesos, porque son ellos quienes viven el día a día y conocen el detalle de cada una de las situaciones que se presentan.

### Medición de tiempos.

Después de definir la problemática e identificar las razones que ocasionan los retrasos, se procede a realizar la toma de tiempos a los recorridos de la operación en donde el operario se desplaza para tomar el material del ensamble de tableros, además se cronometra el tiempo muerto, para así analizar, identificar y estandarizar los reprocesos que se están presentando y disminuir los desperdicios en material y tiempo.

### Estructuración de Posibles mejoras

Después de llevar a cabo toda la recolección de información en las diferentes áreas de la planta de producción y una detallada observación de todos los procesos realizados, se procederá a realizar el respectivo análisis de la situación actual en la que se encuentre la compañía teniendo en cuenta la información recibida por los operarios y analista de producción.

Se realiza un análisis de los tiempos tomados, determinando los reprocesos y un plan estratégico para el mejoramiento del proceso.

### Propuesta

Se crea una estrategia que garantice la reducción del tiempo improductivo y reprocesos en el ensamble de tableros eléctricos, mediante la ayuda de la analista de producción realizando una estadística de mejora comparándola con los resultados de reprocesos del mes de junio de 2016 y la implementación de la estrategia que se mencionara a continuación.

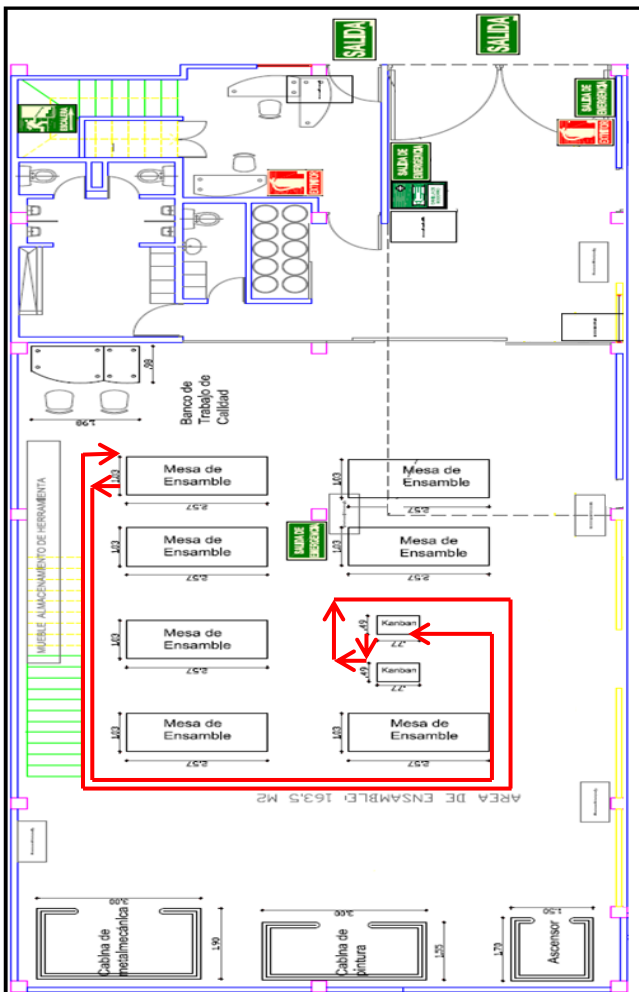
Se analiza la cercanía de todos los elementos a interactuar como lo es el material a los bancos de trabajo.



Teniendo en cuenta la ubicación que muestra el plano de los kanban a los bancos de trabajo se evidencia una lejanía del material al personal ocasionando desperdicios de tiempo y material generados por: la solución de los reprocesos, fatiga, desconcentración, recorridos y tiempo muerto, todo esto hace que la facturación de la mano de obra contratista aumente, además del no cumplimiento de los indicadores de gestión cuya meta es no superar el 5% de defectos de calidad por etapa.

De acuerdo a lo mencionado se propone eliminar la figura de kanban por la implementación de los marquilleros (caja plástica con divisiones en acrílico que separan el material, instaladas en la parte derecha e izquierda de la mesa de trabajo) de esta manera se deja todo el material a la mano del colaborador y se reduce el desperdicio, realizando esto se mejora la calidad, se aumenta la productividad, se cumple con los tiempos de entrega y posteriormente la satisfacción del cliente, fidelización y mayor reconocimiento en el mercado.

### Plano actual de la planta



### Plano propuesto

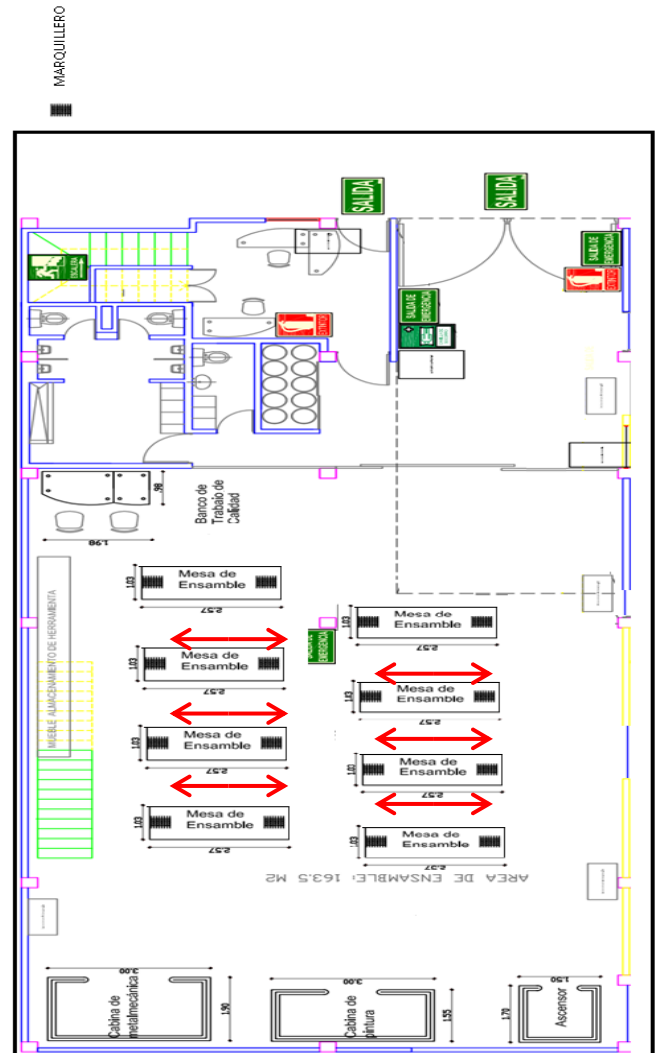


TABLA II

TIEMPOS DE LOS MOVIMIENTOS DESPUES DE LA MEJORA



Imagen 4. Marquillero

Como se puede observar en el plano propuesto no se presentan recorridos en la planta como si lo evidencia el plano actual beneficiando significativamente a la empresa reflejada en la reducción del valor facturado de la mano de obra porque los reprocesos disminuirán, como así mismo el tiempo muerto y la desconcentración, el contratista no tendrá el argumento de retrasar la producción, los indicadores mostraran mejoras y el posterior cumplimiento de los mismos, además ayudara a cumplir con las fechas establecidas y pactadas con el cliente.

No se incurre en ningún costo material para la implementación porque se adaptan las cajas plásticas del kanban a los bancos de trabajo se asume solo \$96.000 pesos de mano de obra para la instalación de los marquilleros.

La mejora reduce 30 recorridos, 51 pasos, 199.99 horas año de tiempo muerto y 139 defectos de calidad causados por la desconcentración del desplazamiento en la planta vs los 30 recorridos, 59 pasos, 199.99 horas año de tiempo muerto y 292 defectos de calidad /mes.

				Variadores S.A.			
				Antes	Cantidad	Tiempo	
Variables	Recorridos	30 con 59 pasos				102,6 horas /año	
	Tiempo muerto					199,99 horas/año	
	Reprocesos	292 mes				1440/horas año	
					Ahora	Cantidad	Tiempo
	Recorridos	0 recorridos y 8 pasos				5/ horas año	
	Tiempo muerto					0	
	Reprocesos	153				1052 horas/año	
	Reducción						
					Cantidad		Tiempo
	Recorridos	30 recorridos y 51 pasos					97,6 horas años
	Tiempo muerto						199,99 horas/año
	Reprocesos	139 defectos					748,8 horas año
<b>Mejora total de reprocesos</b>						<b>48%</b>	
<b>Total optimización de la mejora</b>						<b>\$ 16.742.240</b>	

**.Kanban de tornillería actual:**



Imagen 5. Kanban de material actual

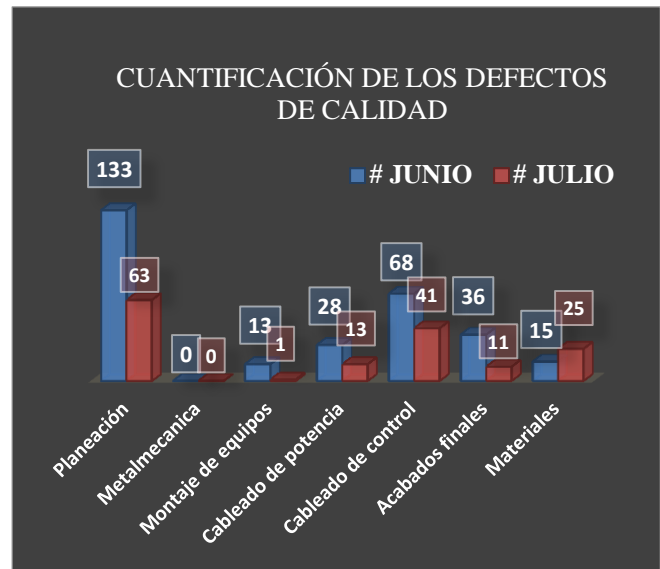


Gráfico 3. Defectos de calidad en Variadores SA de junio y Julio

**Propuesta de solución (implementación de los marquilleros a los bancos de trabajo)**



Imagen 6. Modelo para bancos de trabajo

Las siguientes graficas demuestran la mejora en reprocesos por cada una de las etapas en cantidad y porcentaje en el mes de Julio con la implementación de la mejora.

Se aclara que los cálculos de mejora se realizaron con base a la primera estadística de errores del mes de junio del 2016 y la información de la mejora se comparó con el mes de julio de 2016 realizadas por la analista de producción.

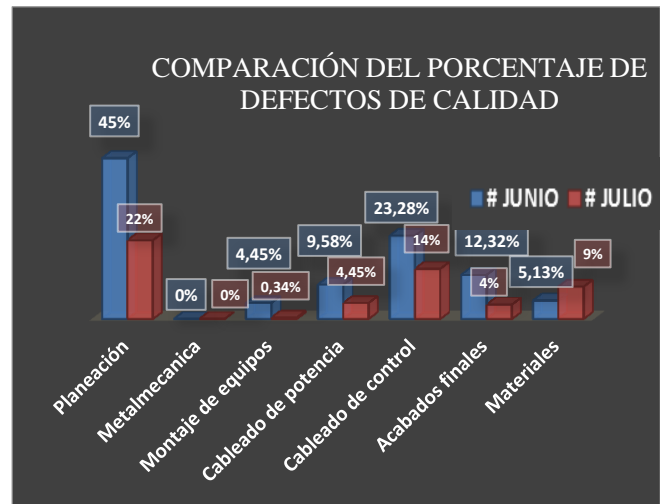


Gráfico 4. Defectos de calidad en Variadores SA de junio y Julio

**CONCLUSIONES**

Implementar la propuesta mencionada beneficia la línea de ensamble de tableros de Variadores S.A. en la reducción de reprocesos, desplazamientos, tiempos

muertos, retrasos de la producción y defectos de calidad lo cual ocasiona un aumento de la productividad, mejorando la calidad y cumplimiento con las fechas pactadas con el cliente.

Con la implementación de la mejora de los marquilleros se reducen 139 defectos de calidad causados por la desconcentración y el total de la mejora es de un 48% en toda la operación, además se obtiene un aumento de productividad de 1046.39/ horas año y \$16.742.240 pesos al año.

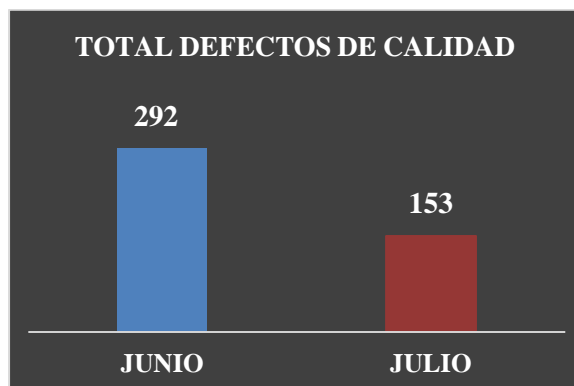


Grafico 5. Comparación defectos de Calidad Junio y Julio

Se recomienda al gerente de la compañía realizar posteriormente la implementación de la herramienta Kaizen al personal tanto tercerizado como de planta, para llevar a cabo un plan de mejora continua que permita garantizar un mayor compromiso en la entrega del producto final en óptimas condiciones, generando un mejor ambiente laboral.

## Bibliografía

- [1 R. Muther, *Distribución en Planta*, New York: McGraw Hill Book Company, 1970.
- [2 A. Suñé Torrents, F. Gil Vilda y I. Arcusa Postils, *Manual práctico de diseño de sistemas productivos*, Madrid: Ediciones Diaz de Santos S.A., 2004.
- [3 J. . M. Vallhonrat Bou y A. Corominas Subias, *Localización, distribución en planta y mantenimiento*, Barcelona: Marcombo, 1991.
- [4 P. Martin y G. S. Homer, «The creative design philosophy applied to the design of process plant.» *Elsevier Ltd*, vol. 7, pp. 216-227, Octubre 1986.
- [5 G. M. Bermudez, L. A. Rojas y J. F. Rodriguez, «Modelos de

] optimización de la distribución en planta.» *IEEE Computer Society*.

[6 D. Jaramillo, J. Uriarte y L. F. Cardona, «Redistribución de planta y programación de la producción: un enfoque integrado.» *Ingeniería Solidaria*, vol. 10, n° 17, pp. 71-81, Diciembre 2014.

[7 L. Rivera, L. F. Cardona, M. A. Rodríguez y L. Vásquez Palacios, «Selección de alternativas de redistribución de planta: un enfoque desde las organizaciones.» *Revista S&T*, vol. 10, n° 23, pp. 9-26, 2012.

[8 H. Mejía A, M. J. Wilches A, M. Galofre V y Y. Montenegro, «Aplicación de metodologías de distribución de plantas para la configuración de un centro de distribución.» *Scientia Et Technica*, vol. 16, n° 49, pp. 63-68, Diciembre 2011.

[9 B. W. Niebel y A. Freivalds, *Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño de trabajo*, Duodécima ed., México: Mc-Graw Hill, 2009.

[1 F. E. Meyers, *Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*, Segunda ed., México: Pearson Educación, 2000.

[1 U. Hortua Monterrey, «Diseño de plantas industriales.» Junio 2012. [En línea]. Available: <http://uriash.blogspot.com/2012/06/diseño-de-plantas-industriales.html>.

[1 M. Imai, *KAIZEN: La clave de la ventaja competitiva Japonesa*, 2] GRUPO EDITORIAL PATRIA, 1995.

[1 R. Muther, *distribucion en planta*, p. 83. 3]

[1 Y. A. ATEHORTUA TAPIAS y J. H. RESTREPO CORREA, 4] «KAIZEN: UN CASO DE ESTUDIO.» *Redalyc*, pp. 59-64, 2010.

[1 C. Diego, *Localizacion y distribucion de planta de la empresa pretector Ltda*, Bucaramanga, 2006.

[1 B. G. Dana, «KAIZEN METHODOLOGY IN QUALITY MANAGEMENT TO REDUCE WASTES.» *Seria Ştiinţe Economice*, pp. 376-377, 2011.

[1 R. A. SORTINO, «RADICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.» 7] *Dialnet*, pp. 125-139, 2001.

[1 E. Chirinos, E. Rivero, E. Méndez, A. Goyo y C. Figueredo, «El Kaizen 8] como un sistema actual de gestión personal para el éxito organizacional en la empresa.» *Negotium*, pp. 113-135, 2010.

[1 L. Espejo, «Aplicación de herramientas y técnicas de mejora en la 9] productividad de una planta de fabricación de artículos de escritura.» 12 Enero 2011. [En línea]. Available: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/11140/Volum\\_I.pdf?sequence=1](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/11140/Volum_I.pdf?sequence=1). [Último acceso: 20 Julio 2016].

[2 M. F. Suárez Barraza, «El Kaizen : la filosofía de mejora continua e 0] innovación incremental detrás de la administración por calidad total.» de *El Kaizen : la filosofía de mejora continua e innovación incremental*

*detrás de la administración por calidad total*, México D.F., Panorama Editorial, 2007, pp. 216-219.

[2 WEG Equipamientos Eléctricos S.A, «Soluciones en tableros electricos  
1] WEG,» 2012. [En línea]. Available:  
<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-catalogo-general-soluciones-en-tableros-electricos-catalogo-espanol.pdf>. [Último acceso: 5 Agosto 2016].

[2 S. J. Feo Torres , «Proyecto de instalaciones eléctricas en la planta Shell  
2] Venezuela Productos C.A.» Marzo 2009. [En línea]. Available:  
<http://159.90.80.55/tesis/000145225.pdf>. [Último acceso: 18 Agosto 2016].

[2 D. De la Fuente , N. García, A. Gómez y J. Puente, Organización de  
3] producción de ingenierías, Asturias: Ediciones de la Universidad de Oviedo, 2006.

[2 E. Malone, Tecnología e innovación de la empresa, Barcelona :  
4] Edicions UPC, 2003.

[2 L. Cuatrecasas, Diseño avanzado de procesos y plantas de producción  
5] flexible, Barcelona: Bresca S.L, 2009.

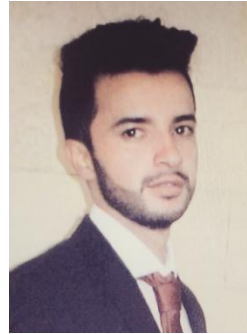
### Biografía



González Siabato, M.  
[margiori.gonzalezs@ecc.edu.co](mailto:margiori.gonzalezs@ecc.edu.co), Universidad ECCI de Bogotá , Colombia. Tecnóloga Industrial y estudiante de X semestre en Ingeniería Industrial.



Alba Miranda, J. [july.albam@ecc.edu.co](mailto:july.albam@ecc.edu.co), Universidad ECCI de Bogotá , Colombia. Tecnóloga en Gestion de Procesos Industriales y estudiante de X semestre en Ingeniería Industrial.



Parra collazos, E.  
[Edwin.parra30086@ecc.edu.co](mailto:Edwin.parra30086@ecc.edu.co). Universidad ECCI de Bogotá, Colombia Tecnólogo en Gestión de Procesos Industriales y estudiante de X semestres de Ingeniería Industrial



Muñoz Piñeros, K.  
[karen.munoz@ecc.edu.co](mailto:karen.munoz@ecc.edu.co). Universidad ECCI de Bogotá,, Colombia Tecnóloga en Gestión de Procesos Industriales y estudiante de X semestres de Ingeniería Industrial



Guerrero Silva, L.  
[laura.guerreros@ecc.edu.co](mailto:laura.guerreros@ecc.edu.co). Universidad ECCI de Bogotá,, Colombia Tecnóloga en Gestión de Procesos Industriales y estudiante de X semestre en Ingeniería Industrial

