

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y DISEÑO



**“APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA EN
LA INDUSTRIA”**

Tesis que para obtener el grado de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presenta:

Cindy Paola Cubeyro Arballo

Director de Tesis:

M.I. Guillermo Amaya Parra

Co-Directora de Tesis:

Dra. Yolanda Angélica Báez López

Ensenada, Baja California Abril 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y DISEÑO

**“APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA EN
LA INDUSTRIA”**

TESIS

Para obtener el grado de INGENIERO INDUSTRIAL que presenta:

Cindy Paola Cubeyro Arballo

Aprobada por el siguiente comité:



M.I. Guillermo Amaya Parra

Director de tesis (Presidente)



Dra. Yolanda Angélica Baez López

Codirectora de tesis (Secretaria)



M.C. Víctor Manuel Juárez Luna

Miembro del comité (Vocal)



Dr. Jorge Limón Romero

Miembro del comité (Vocal)



M.I. Julián Israel Aguilar Duque

Miembro del comité (Vocal)

Ensenada Baja California, México. Marzo de 2016.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme concluir una etapa más en mi vida que es mi formación profesional.

A Mis Padres: Luis Enrique Cubeyro Martínez y María Eduviges Arballo Ceseña, quienes me han brindado su apoyo incondicional a lo largo de mi vida y de mi carrera profesional, quienes han buscado siempre lo mejor para mi desinteresadamente, sin pedir o esperar algo a cambio.

Gracias a ustedes soy la de hoy en día, no hay mejor herencia que la que ustedes me han dejado, la educación. Gracias!

A Mis Abuelos: Lamberto Arballo Márquez y Virginia Ceceña Pimentel, quienes han sido mis segundos padres, gracias a ustedes y a su crianza tengo fuertes los valores que me acompañan día tras día.

A Mis Tíos: Roberto Caro Guerra y Gloria Ceseña Pimentel, quienes han estado siempre para mi apoyándome en todo momento.

Hermanos, Familiares y Amigos: Muchas gracias por sus palabras de aliento, por su apoyo incondicional y siempre estar a mi lado en cualquier circunstancia.

A Mi Asesor: M.I. Guillermo Amaya Parra por creer en mí en cualquier reto planteado, por darme palabras de aliento, ayudarme a nunca dejarme vencer y fomentar en mí el siempre tener hambre de más.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE IMÁGENES	8
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	9
INTRODUCCIÓN	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	9
OBJETIVO GENERAL	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
DELIMITACIONES	10
LIMITACIONES.....	10
JUSTIFICACIÓN	10
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	11
INTRODUCCIÓN	11
METODOLOGÍA KAIZEN	11
MAPEO DE LA CADENA DE VALOR.....	12
7 DESPERDICIOS.....	13
5'S	14
BALANCEO DE LÍNEA.....	15
ESTUDIO DE TIEMPOS.....	16
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA.....	17
INTRODUCCIÓN	17
METODOLOGÍA.....	18
CÉLULA DE PULIDO CUELLOS.....	18
LÍNEA LIJA CUELLOS	20
CAPÍTULO 4: RESULTADOS	22
INTRODUCCIÓN	22

RESULTADOS.....	22
CÉLULA PULIDO CUELLOS	22
EVENTO KAIZEN	26
LÍNEA LIJA CUELLOS	39
PRESENTACIÓN DE PROPUESTA	43
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES	50
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	51
BIBLIOGRAFÍA	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tabal de estaciones de célula Pulido Cuellos	18
Tabla 2	Agenda de las actividades realizadas durante el evento Kaizen	20
Tabla 3	Tabla de estaciones de línea Lija Cuellos	21
Tabla 4	Tabla de tiempos promedio por operaciones	23
Tabla 5	Tabla de tiempo por estaciones, con Takt Time y Limites Inferior y Superior	24
Tabla 6	Métricos a alcanzar	26
Tabla 7	Desperdicios encontrados en el área	27
Tabla 8	Ahorro en %/año	38
Tabla 9	Tabla de tiempos promedio por estación	39
Tabla 10	Tabla de tiempo por estaciones, con Takt Time y Limites Inferior y Superior	41
Tabla 11	Tabla de tiempo por estaciones, con Takt Time y Limites Inferior y Superior	44
Tabla 12	Tabla de la distribución final de las operaciones entre estaciones	46
Tabla 13	Tabla del ahorro anual de la empresa (%)	47
Tabla 14	Tabla del ahorro anual de la empresa (%)	47
Tabla 15	Tabla de Resultados	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Diagrama de un Mapeo de la Cadena de Valor	13
Figura 2	Diagrama del proceso seguido en el proyecto de Célula Pulido cuellos	17
Figura 3	Diagrama del proceso seguido en el proyecto de Línea Lija Cuellos	17
Figura 4	Value Stream Map de situación inicial de la célula de Pulido de cuellos	24
Figura 5	Gráfica del Balanceo actual de la célula de pulido de cuellos	25
Figura 6	Layout actual de la célula de Pulido de cuellos	25
Figura 7	Condiciones inseguras identificadas por estación de la célula de Pulido de cuellos	28
Figura 8	Rediseño de Layout	29
Figura 9	Hojas de Operación estándar Actualizadas	30
Figura 10	Ayudas Visuales Actualizadas	31
Figura 11	Value Stream Map del nuevo balanceo	32
Figura 12	Gráfica de Balanceo de Familia Gloss Maple	32
Figura 13	Layout del balanceo de Familia Gloss Maple	33
Figura 14	Gráfica de Balanceo de Familia Satín Maple	33
Figura 15	Layout del balanceo de Familia Satín Maple	34
Figura 16	Gráfica de Balanceo de Familia Satín Rosewood	34
Figura 17	Layout del balanceo de Familia Satín Rosewood	35
Figura 18	Gráfica de Takt Time Vs. Output	36
Figura 19	Gráfica de Unidades Producidas/ Unidades por Operador	36
Figura 20	Gráfica Productividad de la Célula	37
Figura 21	Gráfica de Unidades Producidas por Operador	37
Figura 22	Gráfica del desempeño en auditorias en lo que va del año 2015	38
Figura 23	Value Stream Map inicial de la línea de Lija cuellos	40
Figura 24	Gráfica del Balanceo actual de la línea de lija cuellos, en donde se puede apreciar el desbalanceo general de la línea	42
Figura 25	Layout antes de realizar el balanceo en la línea Lija Cuellos	43
Figura 26	Gráfica del Balanceo propuesto para la línea de lija cuellos	44
Figura 27	Value Stream Map de la propuesta de balanceo para la línea Lija Cuellos	45
Figura 28	Layout después de realizar el balanceo en la línea Lija Cuellos	48

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1	Fotografía tomada al momento de los cambios	29
Imagen 2	Fotografía tomada al momento de los cambios	29
Imagen 3	Fotografía tomada al momento de la corrida piloto	30

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se realizó en una empresa manufacturera dedicada a la elaboración de instrumentos musicales ubicada en la ciudad de Ensenada, Baja California.

Fundada alrededor de los años 40's dicha empresa es el fabricante más grande de guitarras, bajos y amplificadores del mundo.

La fábrica cuenta con 4 áreas de producción, las cuales son cuerpos, cuellos, marcas especiales y amplificadores. En estas áreas se inicia la producción desde cero de los diferentes modelos que la empresa maneja, es decir la madera llega en tablones a la empresa y se envía a las diferentes áreas de producción para ser cortadas y transformadas hasta llegar a su producto final.

El proyecto se llevó a cabo en el área de cuellos, en donde se encargan de la transformación, detallado, pintado y acabado de los mismos. Particularmente el proyecto se centrará en dos áreas de producción las cuales son denominadas, pulido cuellos y lija cuellos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se identificó que las áreas de Pulido cuellos y lija cuellos presentaban un desbalanceo general de los recursos que en estas intervenían.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿Implementar las herramientas de Manufactura Esbelta serán suficientes para incrementar la eficiencia de las áreas a tratar en el presente proyecto?
- ¿La implementación de herramientas de Manufactura Esbelta reducirán el nivel de inventarios?
- ¿La implementación de Lean reducirá el nivel de tiempo de ocio generado por el recurso humano?
- ¿La implementación de Manufactura Esbelta permitirá reducir el flujo de los recursos humanos sin disminuir la eficiencia del área?

OBJETIVO GENERAL

Implementar las herramientas de Manufactura Esbelta más apropiadas para lograr balancear el nivel de producción del área.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar las condiciones de las áreas de producción a analizar.
- Implementar las herramientas de Manufactura Esbelta en líneas de producción de la industria manufacturera en el área de cuellos.
- Incrementar en al menos 7% la eficiencia en la célula de Pulido Cuellos.
- Incrementar en al menos 7% la eficiencia en la línea Lija Cuellos.

DELIMITACIONES

El presente proyecto está delimitado a la célula de Pulido Cuellos y la línea de Lija Cuellos de una empresa manufacturera dedicada a la fabricación de instrumentos musicales.

LIMITACIONES

El desarrollo del presente proyecto se encuentra limitado por el tiempo disponible por parte del departamento de Ingeniería para el desarrollo e implementación de las herramientas de Manufactura Esbelta, así como la resistencia al cambio originada por los operadores de las dos líneas que intervienen en el presente proyecto.

JUSTIFICACIÓN

El interés por parte de la organización en mejorar las dos áreas a tratar en este proyecto, así como incrementar la eficiencia en al menos 7% y conseguir un ahorro económico en al menos 5% de cada área, son unas de las principales detonantes del presente proyecto.

A su vez, es necesario realizar este proyecto debido a que en la célula de Pulido Cuellos se incrementó la demanda durante los últimos meses para lo cual es necesario un reajuste para lograr las metas de producción.

Por otro lado, la línea de Lija Cuellos presenta una sobrepoblación y el espacio físico en la misma es insuficiente lo que provoca conflictos para la ejecución de las tareas de los operadores.

Con esto la organización se asegura de brindar un mejor espacio físico para los trabajadores y un mejor ambiente laboral en donde los trabajadores se encuentren cómodos y realicen su trabajo con mejor calidad.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se exponen las herramientas de Manufactura Esbelta que fueron utilizadas durante la realización del proyecto. Dichas herramientas fueron esenciales para el desarrollo del mismo, ya que fueron utilizadas cada una como complemento de la otra para poder tener un mejor control del proyecto, así como mejores resultados y el monitoreo de estos.

METODOLOGÍA KAIZEN

Según Borrór (2008) *Kaizen es una palabra japonesa para la filosofía que define el papel del gestor en el fomento y la aplicación de pequeñas mejoras que implican a todos continuamente. Es un método de mejora continua en pequeños incrementos que hace que los procesos más eficientes, eficaces, bajo control, y adaptable. Las mejoras se logra generalmente con poco o ningún gasto sin técnicas sofisticadas o equipo costoso. Kaizen se centra en la simplificación, rompiendo procesos complejos en sus subprocesos y luego mejorarlos.*

La mejora Kaizen se centra en el uso de:

- 1. Actividades laborales que agregan y que no agregan valor.*
- 2. Muda, cosa que hace referencia a las siete clases de residuos sobreproducción, retardo, transporte, procesamiento, inventario, movimiento perdido, y las piezas defectuosas.*
- 3. Principios de estudio de movimiento.*
- 4. Principios de manejo de materiales.*
- 5. Documentación de los procedimientos operativos estándar.*
- 6. Las cinco S's para la organización del lugar de trabajo, que son cinco palabras japonesas que significan disposición adecuada (Seiko), orden (Seiton), aseo personal (Seiketsu), limpieza (Seiso), y la disciplina (Shitsuke).*
- 7. Gestión visual por medio de (visual) muestra que todos en la planta puede utilizar para una mejor comunicación.*
- 8. Justo a tiempo principios para producir sólo las unidades correctas en las cantidades adecuadas, en el momento adecuado y con los recursos adecuados.*
- 9. Poka-Yoke para prevenir o detectar errores.*
- 10. Dinámica de equipo, que incluyen la resolución de problemas, habilidades de comunicación y resolución de conflictos.*

Kaizen se basa principalmente en una cultura que alienta las sugerencias de los operadores que continuamente tratan de mejorar gradualmente su trabajo o proceso.

MAPEO DE LA CADENA DE VALOR

El Mapeo de la cadena de valor (VSM, por sus siglas en inglés) es una herramienta que según Ruiz De Arbulo(2007) Trata de ayudar a las empresas a centrar su atención en todo el flujo del proceso de la producción en lugar de ver los procesos de manera aislada. Su uso es algo sencillo y extremadamente potente. Es una herramienta que ayuda a ver y comprender el flujo de materiales y el de información en medida que el producto sigue su transformación.

El uso del VSM es algo sencillo y extremadamente potente. Es una herramienta “de lápiz y papel” que ayuda a ver y comprender el flujo de materiales y el de información a medida que el producto sigue su transformación.

En el VSM se representa cada proceso mediante diagramas de bloques. Así se visualizan fácilmente los bloqueos o estancamientos del flujo de los materiales.

Los pasos que debe de seguir una organización para llevar a cabo la implementación del VSM son los siguientes:

- 1. Seleccionar una familia de productos.*
- 2. Formar el equipo de personas participante en el análisis.*
- 3. Dibujar los procesos de producción básicos seguidos por el producto, identificando los parámetros clave de cada proceso.*
- 4. Trazar el mapa del flujo del material, es decir, como se mueve el material de proceso en proceso, que inventarios existen y de que magnitud, así como el análisis del flujo de las materias primas de los proveedores a la empresa y del producto terminado a los clientes.*
- 5. Dibujar el mapa del flujo de información entre el cliente y la empresa, entre la empresa y proveedores y entre el departamento de planificación y los procesos de producción.*
- 6. Calcular el Lead Time total del producto y el Lead Time de proceso.*

Los beneficios del VSM son los siguientes:

- 1. Ayuda a ver los procesos individuales y el conjunto de todos ellos.*
- 2. No solo ayuda a ver el despilfarro, sino el origen del mismo. Esto permitirá eliminarlo de forma sencilla.*

3. Sienta las bases de un plan de implementación Lean, ayudando a diseñar como debería ser el flujo completo.
4. Muestra la unión entre el flujo de información y el flujo de materiales. En este sentido no es una herramienta que informa de datos (lead time, distancia recorridas, stocks en curso) de forma aislada sino que describe como debería ser la fábrica para que todo funcionase en flujo.

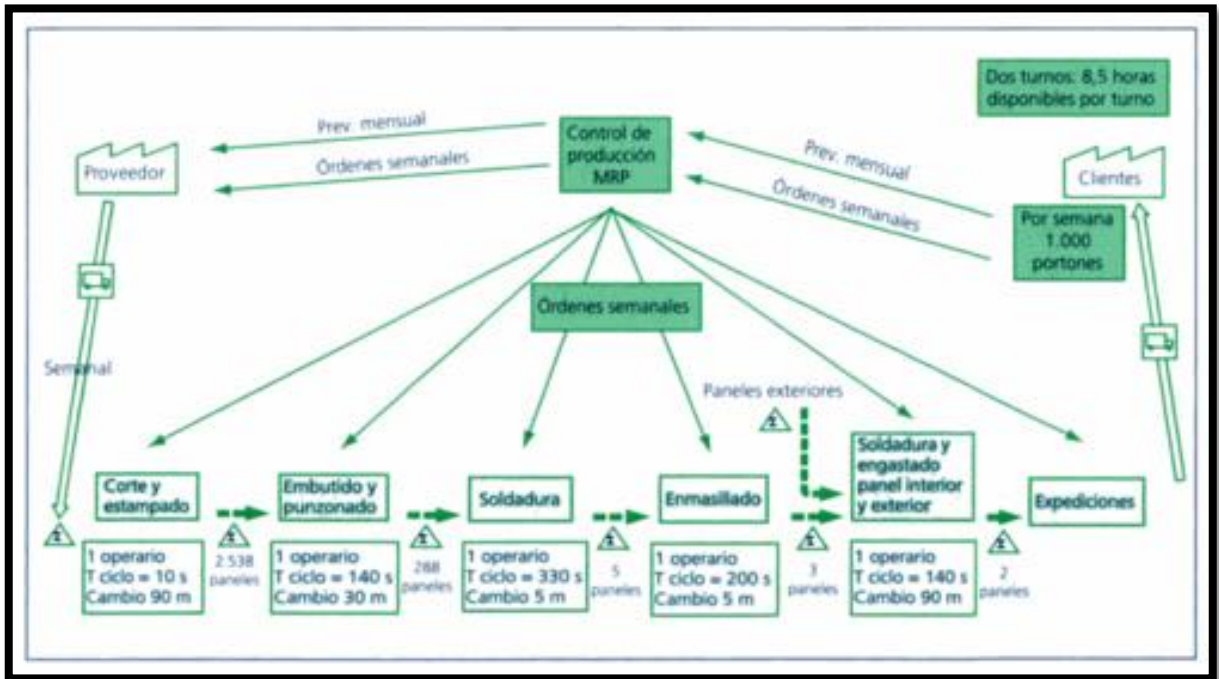


Figura 1: Diagrama de un Mapeo de la Cadena de Valor.

7 DESPERDICIOS

Según García Cerro (2013), Comúnmente se definen 7 tipos de desperdicios: sobreproducción, esperas, transportes, sobre-procesamiento, inventarios, movimientos innecesarios y defectos de los productos. Últimamente, algunos expertos y estudiosos del tema consideran que hay un desperdicio más relacionado con el talento humano.

Según Dennis (2011) Los siete tipos de residuos (Muda):

- *Defectos:* Incluye hacer la instalación mal, defectos en fabricación. No cumplir con el código requerido es un defecto.
- *Sobreproducción:* Esto sucede cuando se fabrica demasiado temprano el material y cuando se almacena material, ya sea en un almacén o en el lugar de trabajo.

- *Transporte: Este desperdicio sucede cuando el material es transportado en la planta; cargado en un pallet o tráiler; acarreado a un sitio de trabajo y descargado; así como cuando el material es transportado de un área a otra.*
- *Espera: Incluye cuando se está esperando por instrucciones o materiales en el área de trabajo; cuando la maquinaria está esperando que el material sea cargado.*
- *Sobre-procesamiento: incluye la sobre-ingeniería; Cuando se requieren firmas adicionales en una requisición, múltiple manejo de hoja de tiempos, entrada duplicada de formas*
- *Movimientos Innecesarios: Estos ocurren cuando el material se almacena lejos del sitio de trabajo y los trabajadores deben de ir a buscar las herramientas, material o información.*
- *Inventario: Incluye materiales antes de ser procesados, material en proceso y material terminado. Si el material aún no está instalado y siendo utilizado por el cliente es un residuo.*

5'S

Según Sacristán (2005) las 5's son un programa de trabajo para talleres y oficinas que consiste en desarrollar actividades de orden/limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, que por su sencillez permite la participación de todos a nivel individual/grupal, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de personas, los equipos y la productividad.

Las 5's son cinco principios japoneses cuyos nombres comienzan por S y que van todos en la dirección de conseguir una fábrica limpia y ordenada. Estos nombres son:

1. Seiri: ORGANIZAR Y SELECCIONAR.- *Se trata de organizar todo, separar lo que sirve de lo que no sirve y clasificar esto último. Por otro lado, se aprovecha la organización para establecer normas que nos permitan trabajar en los equipos/máquinas sin sobresaltos. La meta será mantener el progreso alcanzado y elaborar planes de acción que garanticen la estabilidad y ayuden a mejorar.*

2. Seiton: ORDENAR.- *Tiramos lo que no sirve y establecemos normas de orden para cada cosa. Además, vamos a colocar las normas a la vista para que sean conocidas por todos y en el futuro nos permitan practicar la mejora de forma permanente.*

Así pues, se sitúan los objetos/herramientas de trabajo en orden, de tal forma que sean fácilmente accesibles para su uso, bajo el eslogan de "un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar"

3. Seiso: LIMPIAR.- *Realizar la limpieza inicial con el fin de que el operador/administrativo se identifique con su puesto de trabajo y máquinas/equipos que tenga asignados.*

No se trata de hacer brillar las máquinas y equipos, sino de enseñar al operario/administrativo como son sus máquinas/equipos por dentro e indicarle, en una operación conjunta con el responsable, donde están los focos de suciedad de su máquina/puesto.

Así pues, hemos de lograr limpiar completamente el lugar de trabajo, de tal forma que no haya polvo, salpicaduras, virutas, etc., en el piso, ni en las máquinas y equipos.

4. Seiketsu: *MANTENER LA LIMPIEZA.- A través de gamas y controles, iniciar el establecimiento de los estándares de limpieza, aplicarles y mantener el nivel de referencia alcanzado. Así pues, esta S consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para, así como mediante controles visuales de todo tipo.*

5. Shitsuke: *RIGOR EN LA APLICACIÓN DE CONSIGNAS Y TAREAS.- Realizar la auto-inspección de manera cotidiana. Cualquier momento es bueno para revisar y ver cómo estamos, establecer las hojas de control y comenzar su aplicación, mejorar los estándares de las actividades realizadas con el fin de aumentar la fiabilidad de los medios y el buen funcionamiento de los equipos de oficinas. En definitiva, ser rigurosos y responsables para mantener el nivel de referencia alcanzado, entrenando a todos para continuar la acción con disciplina y autonomía.*

BALANCEO DE LÍNEA

Según Meyers (2000) un balanceo de línea consiste en dar a cada operador, en la medida de lo posible, la misma cantidad de trabajo. Esto solo se consigue dividiendo las tareas en los movimientos básicos con que se efectúan todos los elementos del trabajo y reuniendo las tareas con trabajos con prácticamente la misma duración.

Para Meyers (2006) Los propósitos que encontramos en la técnica de balanceo de líneas se enlistan los siguientes:

- 1. Igualar la carga de trabajo.*
- 2. Identificar la operación que constituya el cuello de botella.*
- 3. Establecer la velocidad de la línea.*
- 4. Determinar el número de estaciones de manufactura.*
- 5. Establecer la carga de trabajo.*
- 6. Auxiliar en la distribución de la planta.*
- 7. Reducir el costo de producción.*

ESTUDIO DE TIEMPOS

Para Meyers (2006), *el estudio de tiempos se define como el proceso de determinar el tiempo que requiere un operador hábil y bien capacitado que trabaja a ritmo normal para realizar una tarea específica.*

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se expone la metodología seguida durante la realización del presente proyecto.

La realización del evento Kaizen para la célula de Pulido Cuellos, se desarrolló de acuerdo al siguiente diagrama (Ver Figura 2).



Figura 2. Diagrama del proceso seguido en el proyecto de Célula Pulido cuellos.

Delimitar familias: En esta etapa se tomó en cuenta las familias de productos que intervienen en la línea para conocer cuales familias debían de ser atacadas.

Toma de tiempos: Durante esta etapa se realizó una toma de tiempos con base en la cronometración.

VSM inicial de la célula: En esta etapa a través de la herramienta VSM se plasmó la situación inicial de la célula, para conocer en qué condiciones se encontraba.

Realización de Kaizen: Para llevar a cabo esta se programó un evento Kaizen con duración de 5 días donde se presentarían resultados del estudio.

Implementación de mejoras: En esta última etapa se realizaron las modificaciones pertinentes en el área de trabajo para ser acondicionada acorde a los cambios.

Así mismo para la Línea Lija Cuellos se llevó a cabo un análisis de la situación inicial de la línea para poder llegar a una mejora e implementar la misma. En el siguiente diagrama se muestra el proceso que se siguió para el análisis de la línea lo que determinó que era factible presentar una propuesta de mejora. (Ver Figura 3).

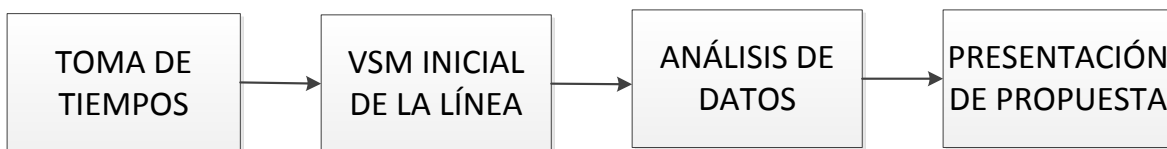


Figura 3. Diagrama del proceso seguido en el proyecto de Línea Lija Cuellos.

Toma de tiempos: En esta primera etapa se realizó una toma de tiempos con base en la cronometración.

VSM inicial de la línea: En esta etapa a través del VSM se plasmó la situación inicial de la línea, para conocer en qué condiciones se encontraba.

Análisis de datos: En esta sección se realizó una revisión de los datos recabados para determinar los pasos a seguir.

Presentación de propuesta: En esta etapa se realizó la presentación de los resultados al Ingeniero encargado del área.

METODOLOGÍA

CÉLULA DE PULIDO CUELLOS

Para llevar a cabo la realización de este proyecto en la célula de Pulido Cuellos, fue necesario hacer la toma de tiempos para cada una de las familias que se procesan en ella, las cuales se clasifican por los diferentes procesos que estas conllevan. Sin embargo, se analizó la demanda de meses futuros para conocer su comportamiento y con esto hacer una delimitación, la cual abarcó solo cuatro familias (Satín Maple STD Guitar, Satín Rosewood STD Guitar, Gloss Maple Vintage Guitar y Gloss Maple STD Guitar) debido a que estas representan el 80% de dicha demanda.

La célula de Pulido Cuellos está constituida por ocho estaciones las cuales son presentadas en la siguiente tabla: (Ver Tabla 1)

Tabla 1. Tabla de estaciones de célula Pulido Cuellos.

ESTACIÓN	NOMBRE
1	Corte y Nivelado
2	Lija 1
3	Lija 2
4	Lijado de Tablero
5	Pulido/Finish Tablero
6	Pulido/ Finish Backshape
7	Limpieza e Inspección
8	Colocación de llaves

Para la toma de tiempos se realizó un formato con la descripción de cada una de las operaciones que conlleva cada estación.

Una vez obtenida la tabla de tiempos por estaciones, se realizaron los diferentes Análisis del Mapeo de la Cadena de Valor actuales (VSM, por sus siglas en inglés), de la misma forma, fueron elaborados uno por familia. Para la realización de estos, fue necesario saber el inventario existente entre estaciones, junto con los tiempos ya documentados.

Posteriormente se llevó a cabo el análisis de cada VSM, donde se detectó que el inventario entre ciertas estaciones era excesivo y que en otras se incidía en esperas constantes. Se realizó el balanceo actual con los siete operadores que contiene la línea, se calculó el tack time en base a la demanda con la que se contaba anteriormente, y se utilizó una tolerancia del 15% la cual está establecida por la empresa.

Debido a que en la empresa no existía un Layout actualizado de la célula se procedió a realizar dicha actualización.

Una vez obtenidos los datos de la situación actual de la célula de pulido, se procedió a la realización del evento kaizen para lograr la identificación de posibles mejoras y la implementación de las mismas. Como se mencionó en los objetivos específicos se buscó la participación del personal de los diferentes departamentos de la empresa, así como personal directo de la célula de producción, esto con el fin de lograr una visión amplia donde a manera de taller se recabara la mayor información posible para poder llevar a cabo satisfactoriamente el evento (Ver tabla 2).

Tabla 2. Agenda de las actividades realizadas durante el evento Kaizen.

AGENDA KAIZEN	
DÍA 1	<ul style="list-style-type: none"> ° Entrenamiento ° Objetivos ° Gamba Walk (Desperdicios) ° Analizar Pronostico Producción Vs Demanda Diaria
DÍA 2	<ul style="list-style-type: none"> ° Recorrido de Seguridad ° Observaciones de Tiempo ° Captura de Datos
DÍA 3	<ul style="list-style-type: none"> ° Análisis de datos <ul style="list-style-type: none"> - Secuencia de operaciones - Balanceo de célula - Diseño de célula ° Trabajo STD ° Implementar cambios en la célula
DÍA 4	<ul style="list-style-type: none"> ° Implementación de balanceos <ul style="list-style-type: none"> - Platica previa con los operadores - Entrenamiento en balanceo - Validación de tiempos y ajustes ° Validación de Takt Time por balanceo ° Meta diaria Vs Producción Real
DÍA 5	<ul style="list-style-type: none"> ° WPO <ul style="list-style-type: none"> - Hojas de Trabajo estándar - Observaciones de tiempo - Ayudas Visuales - Señalamientos Visuales - Tableros sombra ° Auditar WPO ° Lista de pendientes periódico Kaizen ° Report-out

LÍNEA LIJA CUELLOS

Una vez que se terminó el balanceo de la célula Pulido Cuellos fue necesario seguir en la línea Lija Cuellos donde también era necesario hacer un análisis para encontrar mejoras en el área, para esto fue indispensable hacer la toma de tiempos para las familias que se ven involucradas en esta línea de procesos, las cuales difieren entre sí principalmente por el tamaño de los cuellos.

En esta línea solo intervienen dos familias, las cuales tienen el nombre de cuellos para guitarra y cuellos para bajos, siendo de mayor longitud los cuellos para bajo a diferencia de los cuellos para guitarra que son de menor tamaño, sin embargo, las operaciones que se les realizan a estos para su detallado son las mismas.

La línea de lija cuellos está constituida por dieciséis estaciones (Ver Tabla 3):

Tabla 3. *Tabla de estaciones de la línea Lija Cuellos.*

ESTACIÓN	NOMBRE
1	Lijadora De 90
2	Beveling
3	Resane
4	Colocación Hueso
5	Head Sander
6	Pin Router
7	Rodillo
8	Lija Butt, Volute, Head
9	Lija Backshape
10	Lija Head Y Volute
11	Lija Contorno Del Head
12	Lija Caras Y Filos Con Navaja
13	Lijado De Filos Del Head
14	Lijado De Frets Con Rodillo De Felpa
15	Sellado De Walnut
16	Inspección

Después de obtener los tiempos se procedió al análisis de los mismos para realizar un VSM donde arrojaría la situación en la que la línea de lija cuellos se encuentra.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS

INTRODUCCIÓN

Durante el presente capítulo se exponen los resultados obtenidos durante el desarrollo e implementación de las herramientas de Manufactura Esbelta.

RESULTADOS

CÉLULA PULIDO CUELLOS

En base a una toma de tiempos realizada con cronometración se obtuvo un tiempo de ciclo de 10.06 minutos, por lo que fue necesario hacer la toma de 10 réplicas usando como referencia la tabla de "General Electric", ya que se necesitaba contar con resultados más precisos, puesto que dicha célula no contaba con un registro de tiempos. A continuación se muestra la tabla con el promedio de los tiempos por operaciones (Ver tabla 4).

Tabla 4. Tabla de tiempos promedio por operaciones.

ESTACIÓN	OPERACIÓN	TIEMPOS(MIN)
Corte y Nivelado	Inspección	0.04
	Barreno Guia	0.07
	Corte de Satin	1.33
	Limpieza de Hueso	0.11
	Nivelado con Barra & Lija 400	0.55
	Marca plumón	0.06
Lijado 1	Lija cara frontal 400 Orb.	0.33
	Limpieza e inspeccion	0.12
	Lija Walnut & Butt 400 Orb.	0.31
	Lija cara trasera 400 Orb.	0.15
	Lija contornos planos head 400 Orb.	0.19
	Nivelado con barra y lija 600	0.10
	Nivelado con barra y lija 1000	0.08
Lijado 2	Lija backshape 400 Orb. (Soft Pad)	0.55
	Lija contornos head 400 Orb.	0.21
	Lijar cara frontal Manual 400	0.05
	Lijado Butt Manual 400	0.29
	Limpieza e inspeccion	0.10
	Lijar contorno head Manual 400	0.18
	Lijado Cara Trasera Headstock Manual	0.03
Lijado de Tablero	Lijado de tablero	1.18
	Limpieza con Fanela	0.38
Pulido/Finish Tablero	Aplicar Barra Café	0.05
	Pulir frets	0.43
	Aplicar Barra Amarilla	0.04
	Finish frets	0.21
	Limpieza con fanela	0.05
Pulido/Finish Backshape	Aplicacion de Barra (Café)	0.04
	Pulido del Headstock Cara Frontal	0.15
	Apliacion de Polish Liquido/Barra Amarilla	0.04
	Finish del Headstock cara frontal	0.14
	Limpieza e inspeccion	0.05
Limpieza e Inspección	Inspeccion visual y limpieza	0.23
	Limpiar sleeve	0.07
	Aplicar aceite en tablero	0.19
	Detallado de tablero con navaja	0.77
	Colocacion de Guia	0.13
	Limpiar backshape y headstock	0.14
Colocación de llaves	Colocacion de Llaves	0.20
	Colocacion de Washas y Bushing	0.22
	Apriete de Llaves	0.10
	Pegar Etiqueta MO	0.19
	Confirmación	0.21

En base al análisis de tiempos se pudo obtener el VSM de la situación en la que se encontraba la célula. (Ver figura 4).

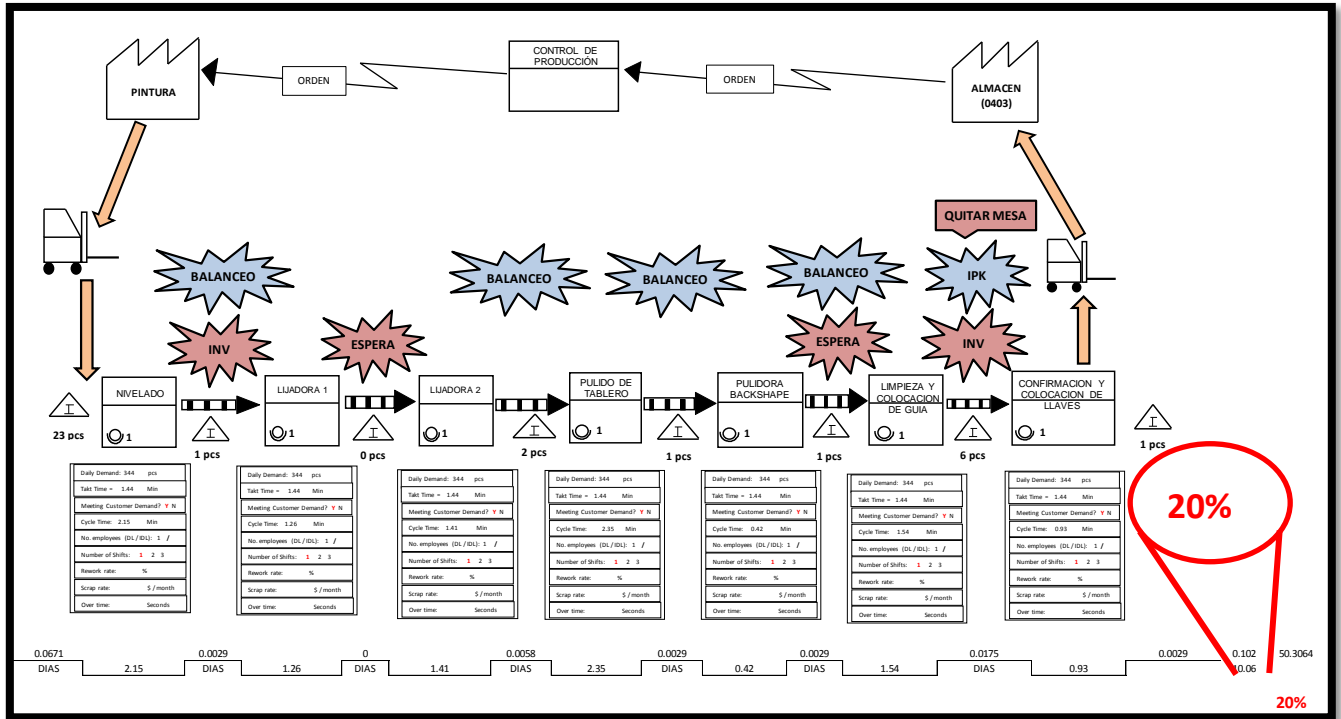


Figura 4. Value Stream Map de situación inicial de la célula de Pulido de cuellos.

Al realizar el VSM nos arroja como resultado una eficiencia de línea de 20% (Ver tabla 5 y figura 5). Una vez analizado el balanceo actual se propuso hacer un nuevo balanceo, así como el rediseño del Layout, dichas propuestas fueron analizadas durante la semana del Evento Kaizen.

Tabla 5. Tabla de tiempo por estaciones, con Takt Time y Limites Inferior y Superior.

	T.ESTÁNDAR	TAKT TIME	L.SUP	L. INF
ESTACIÓN 1	2.15	1.44	1.656	1.224
ESTACIÓN 2	1.26	1.44	1.656	1.224
ESTACIÓN 3	1.41	1.44	1.656	1.224
ESTACIÓN 4	2.35	1.44	1.656	1.224
ESTACIÓN 5	0.42	1.44	1.656	1.224
ESTACIÓN 6	1.54	1.44	1.656	1.224
ESTACIÓN 7	0.93	1.44	1.656	1.224

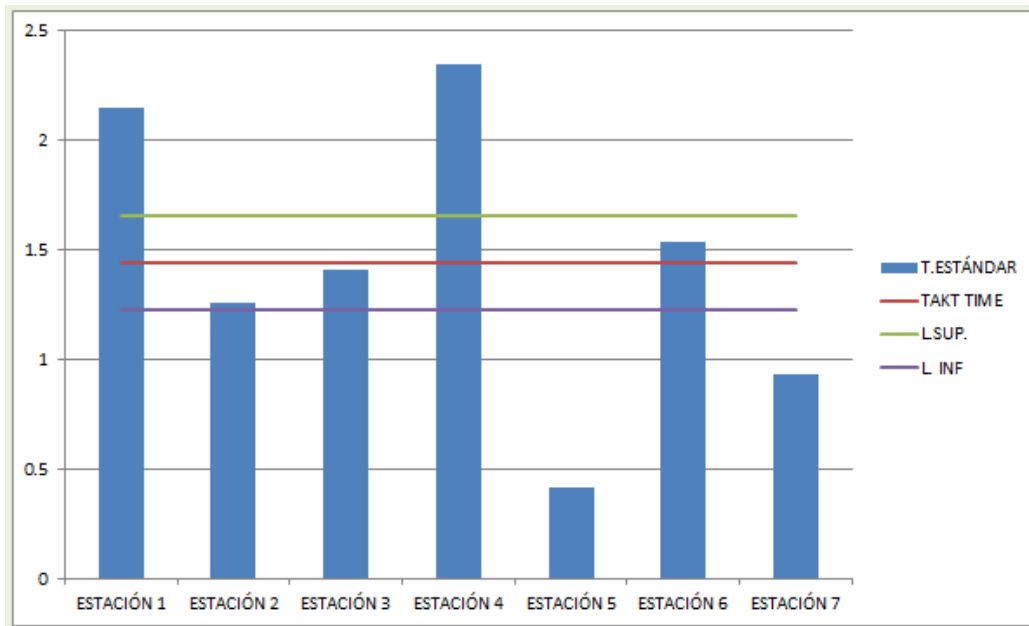


Figura 5. Gráfica del Balanceo actual de la célula de pulido de cuellos.

En el Layout que se actualizó puede observar el recorrido que realiza el cuello en las diferentes etapas del proceso (Ver figura 6).

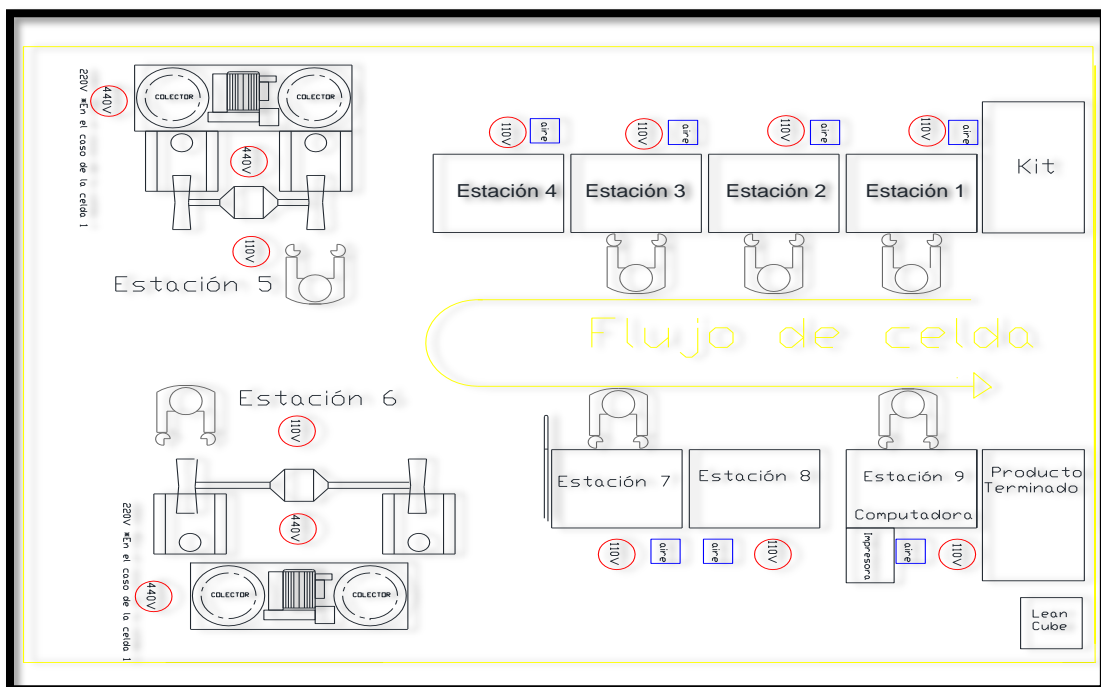


Figura 6. Layout actual de la célula de Pulido de cuellos.

EVENTO KAIZEN

Durante el primer día del evento se definieron los métricos a alcanzar en cuanto a la capacidad de la célula, la calificación de las auditorías 5's (WPO), así como el número total de operadores requeridos en la misma, dichos métricos se muestran a continuación (Ver tabla 6).

Tabla 6. Métricos a alcanzar

MÉTRICOS		
	ACTUAL	META
Output Capacity	150	175
WPO	50	55
Staff	7 X CÉLULA	5 X CÉLULA

Posteriormente se realizó un recorrido en el área para realizar una auditoría de desperdicios y así identificar los que en esta se encontraban, para esto se les entregó un formato ya predeterminado por la empresa a cada uno de los integrantes del equipo kaizen. Una vez identificados dichos desperdicios se realizó una mesa redonda donde cada quien expresó lo que identificó en el área, y así poder enlistar todos los desperdicios a atacar (Ver tabla 7).

Tabla 7. Desperdicios encontrados en el área

Area: _____ Observer: _____ Date: _____	Defects	Motion	Over Production	Inventory	Transport	Over Processing	Waiting
Colaborador en espera							X
Material Acumulado				X			
Cortador llevando material al pulidor		X			X		
Haciendo Reparaciones	X						
Acomodando Lijas		X					
Procesos fuera de lugar		X			X		
Exceso de Inventario(WIP)				X			
Rechazo entre estaciones	X						
Trasporte de entrada y salida larga distancia					X		
Consulta colaborador op4 a inspección		X					
Seleccionando Lija		X					
Pulidor colocaba decal y la tomaba de otra estación	X				X		

Al finalizar el día 1 se trabajó con la demanda pronosticada por el departamento de planeación para el próximo trimestre, y poder comprobar que las familias de serie estándar son las de más alta producción y por ende nuestra meta se establecería en 2 células para producción de serie STD y solo 1 célula para producción mixta.

Al iniciar el segundo día se realizó un recorrido de seguridad con el fin de identificar las condiciones de trabajo inseguras para los operadores que se encuentran dentro de la célula (Ver figura 7).

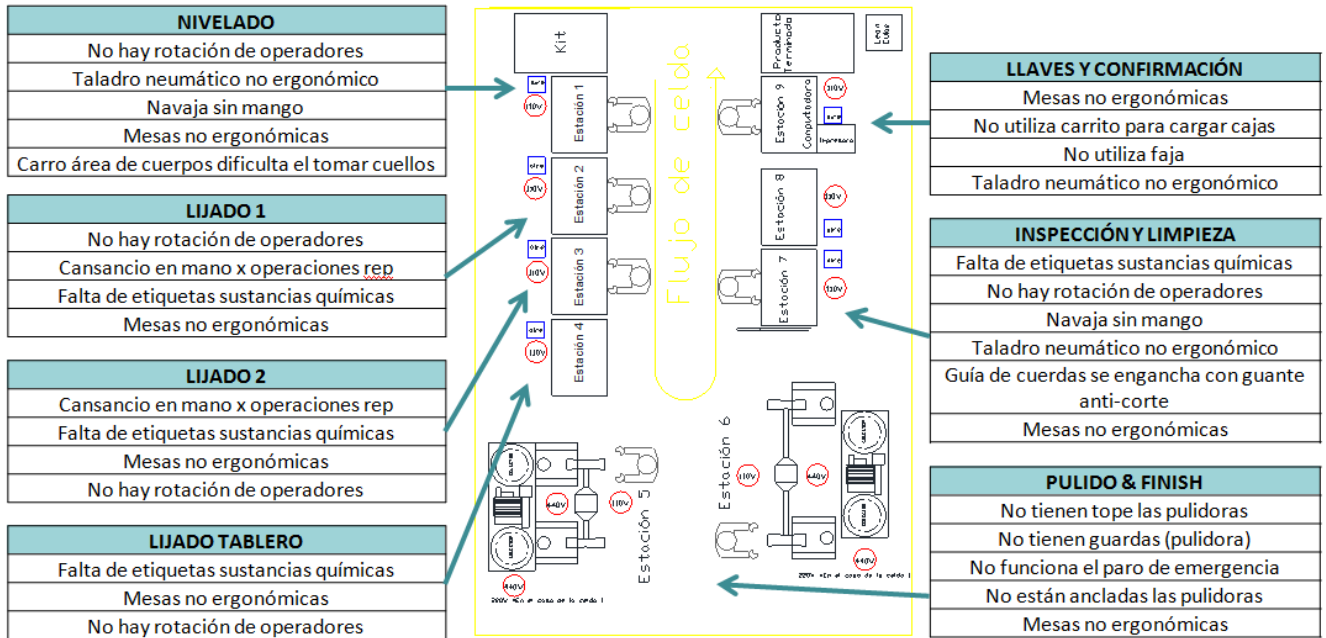


Figura 7. Condiciones inseguras identificadas por estación de la célula de Pulido de cuellos.

Seguido de identificar las condiciones inseguras existentes en la célula, se procedió a realizar una validación de los tiempos mostrados anteriormente.

Al inicio del tercer día una vez hecha la validación de los tiempos se procedió a realizar los balanceos para cada una de las familias involucradas en serie STD. Encontrando así que más de una familia podía ser aplicada bajo un mismo balanceo. Dicho balanceo solo involucraba a 5 operadores por célula, por lo cual fue necesario un rediseño del Layout que se ajustara a las necesidades del mismo.

Como se muestra en la figura 5 fue necesario eliminar dos mesas de trabajo, con la finalidad de un mejor aprovechamiento del espacio disponible, así como para evitar áreas de acumulamiento de material que pudiera interferir en el flujo del proceso (Ver figura 8 e imágenes 1 y 2).

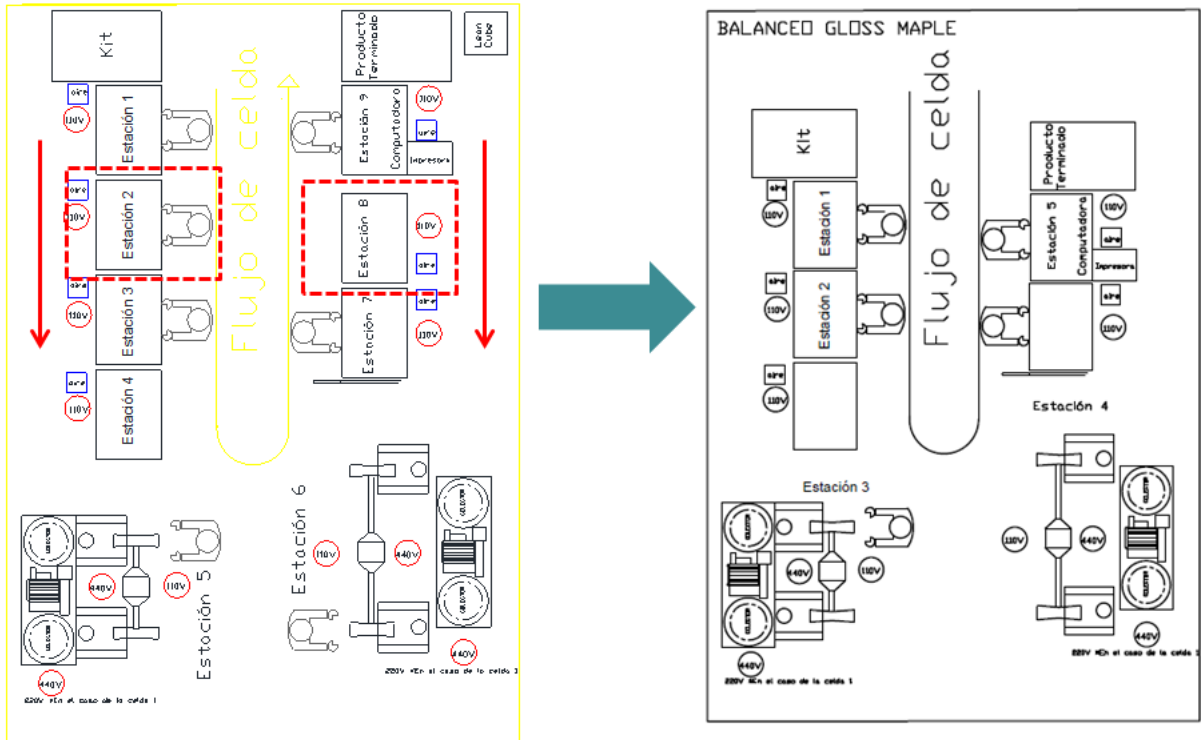


Figura 8. Rediseño de layout.



Imagen 1. Fotografía tomada al momento de los cambios.

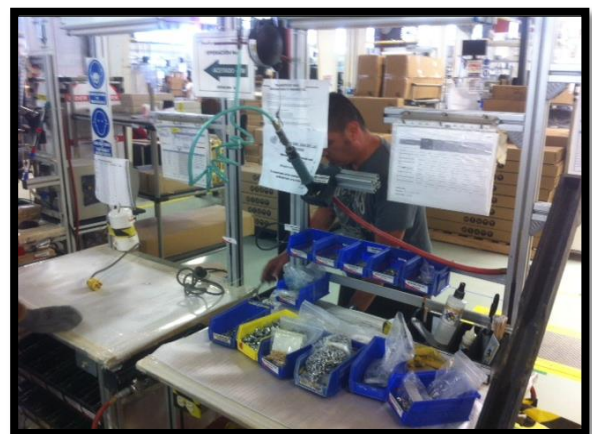


Imagen 2. Fotografía tomada al momento de los cambios.

Durante el cuarto día se realizó una plática previa con los operadores de la célula, explicándoles los cambios realizados en la misma, y con esto proceder con las corridas piloto del nuevo balanceo. Durante dicha corrida los integrantes del equipo kaizen realizaron la validación de tiempos, así como la observación del flujo del proceso para determinar si eran necesarios ajustes al balanceo (Ver imagen 3).



Imagen 3. Fotografía tomada al momento de la corrida piloto.

El quinto día fue dedicado a la actualización de documentación visual de la célula, esto con el fin de cumplir con todos los aspectos que se realizan en las auditorías mensuales, para lo cual fue necesario realizar nuevas hojas de operación estándar (Ver figura 9), así como también actualizar las ayudas visuales de cada estación (Ver figura 10).



Figura 9. Hojas de Operación estándar Actualizadas.

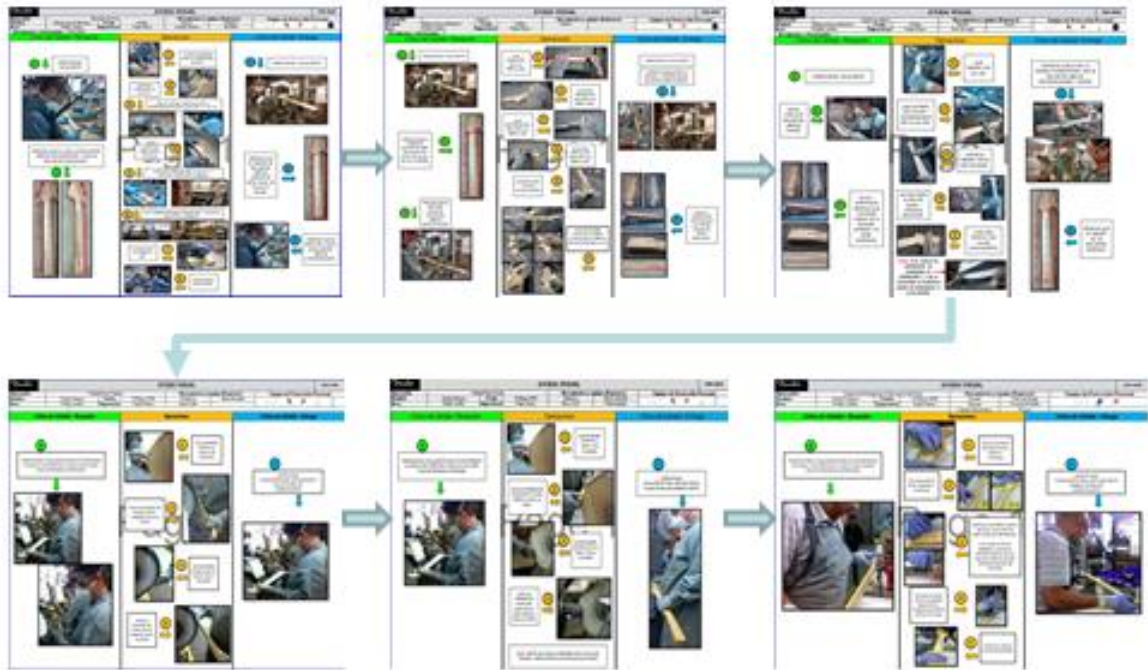


Figura 10. Ayudas Visuales Actualizadas.

Una vez analizado y ajustado los balanceos en las corridas piloto finalmente quedaron tres para cada una de las familias con mayor demanda, aumentando un 31% la eficiencia de la célula quedando un total de 51% de eficiencia con la aplicación de los nuevos balanceos (Ver figuras 11, 12, 14, 16).

También se puede observar la distribución de los 5 operadores en la célula durante la corrida de cada una de las familias con los nuevos balanceos (Ver figuras 13, 15, 17).

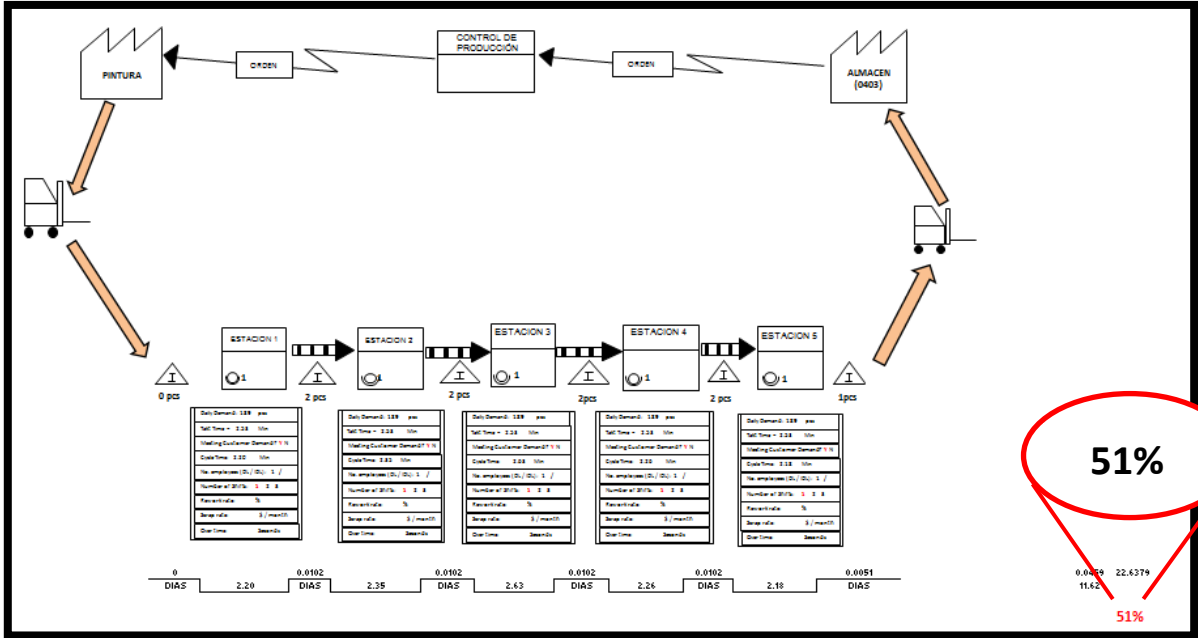


Figura 11. Value Stream Map del nuevo balanceo.

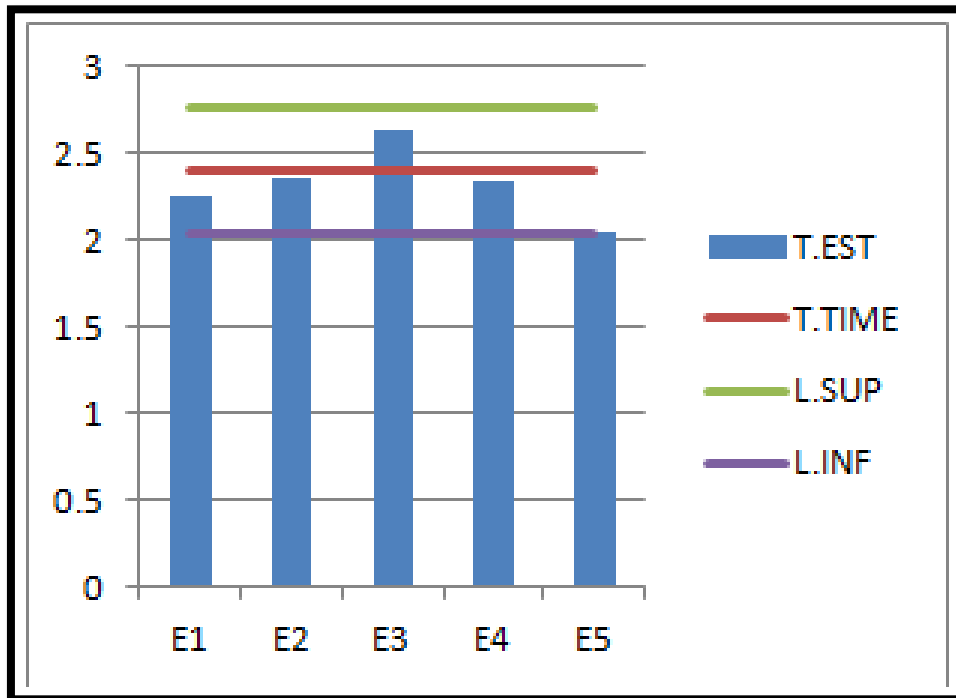


Figura 12. Gráfica de Balanceo de Familia Gloss Maple.

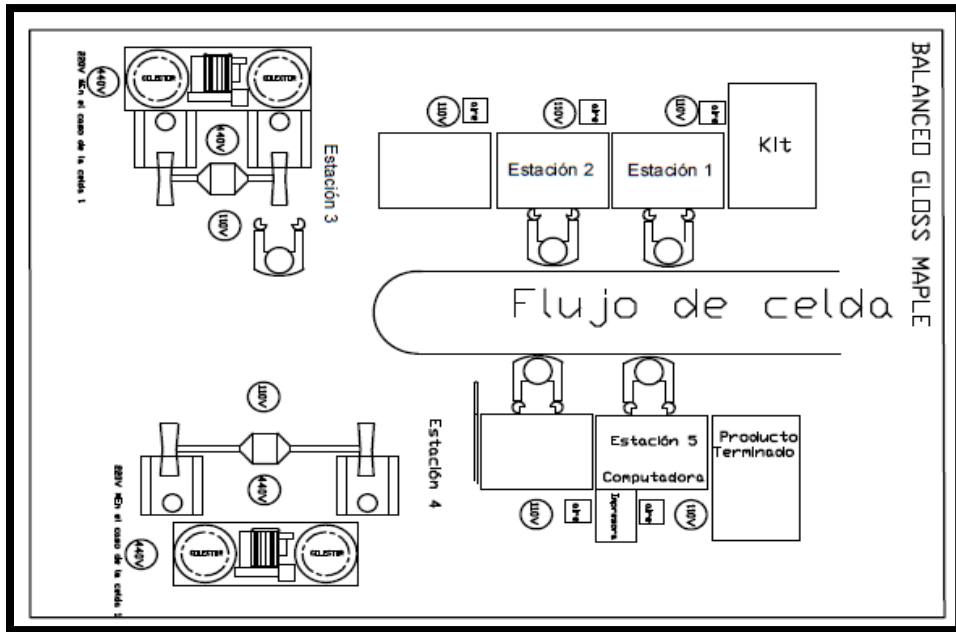


Figura 13. Layout del balanceo de Familia Gloss Maple.

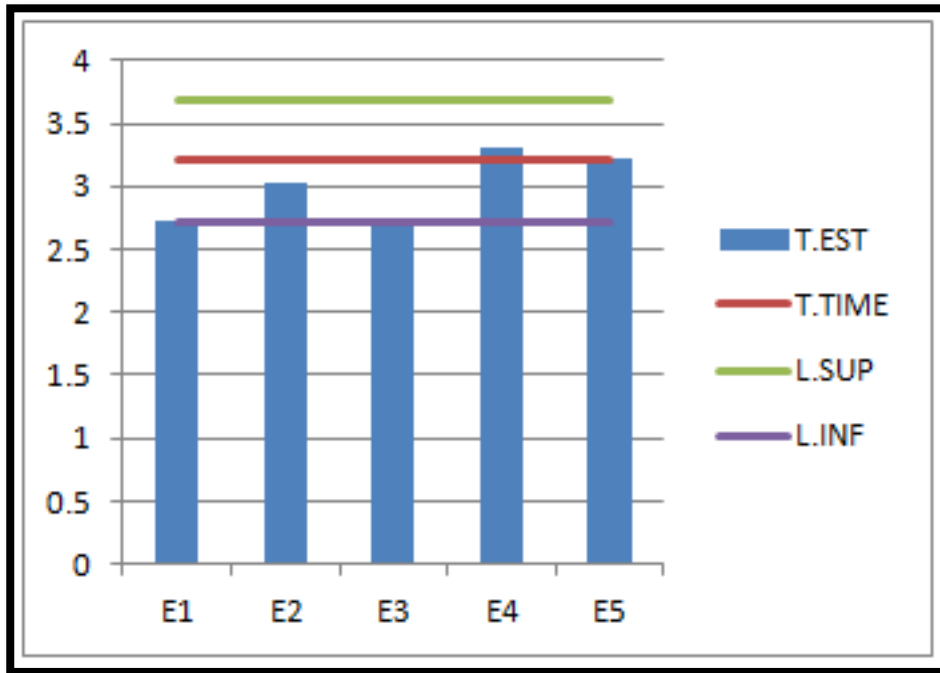


Figura 14. Gráfica de Balanceo de Familia Satin Maple.

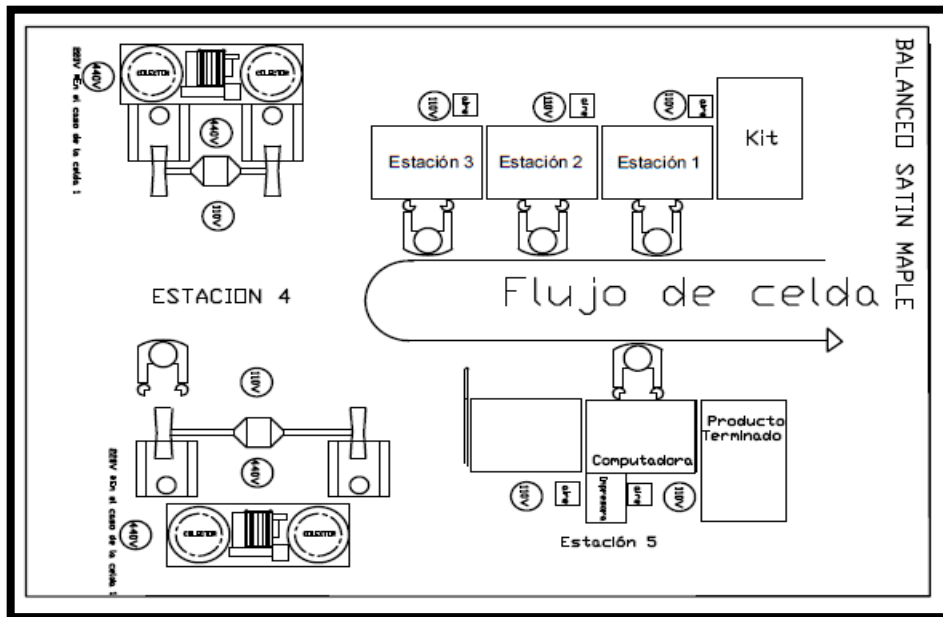


Figura 15. Layout del balanceo de Familia Satin Maple.

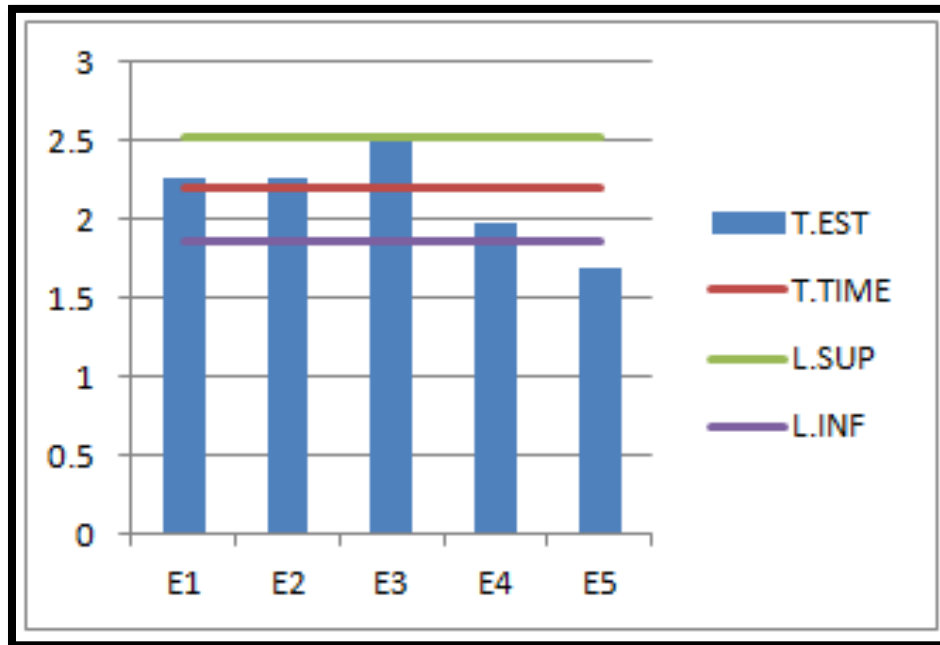


Figura 16. Gráfica de Balanceo de Familia Satin Rosewood.

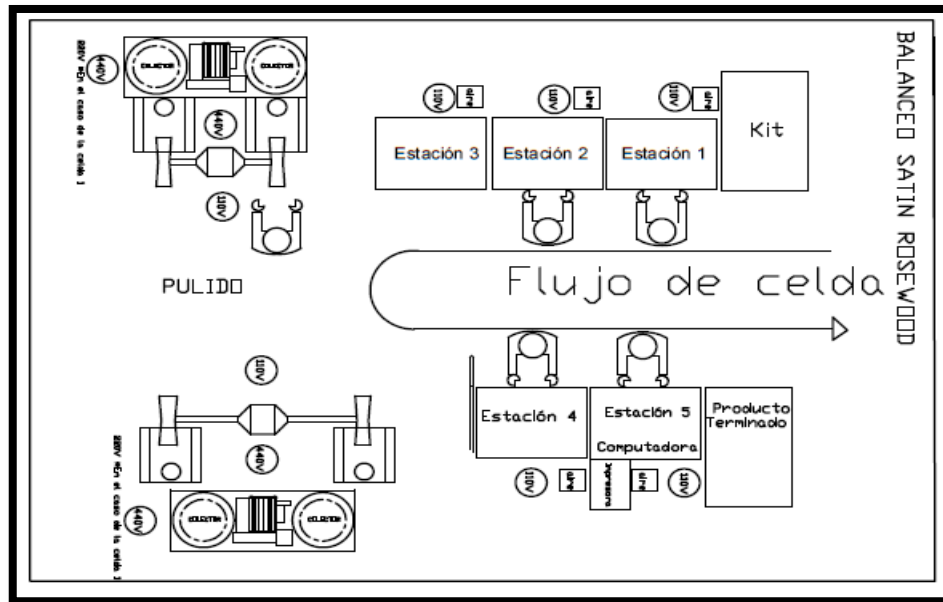


Figura 17. Layout del balanceo de Familia Satin Rosewood.

Al término del evento Kaizen se realizó una comparación de la información obtenida en dicho evento y se llevaron a cabo las comparaciones necesarias sobre un antes y un después, y con esto conocer si fueron satisfactorios los cambios que se realizaron.

Se llevó a cabo una observación de takt time Vs Output, obteniendo la gráfica de la figura 14, en la cual podemos ver que las salidas fueron siempre menores al takt time durante la corrida piloto (Ver figura 18). Además de una comparación de unidades producidas/unidades por operador para conocer si la eficiencia de los operadores se mantuvo o si incrementó, los resultados para dicha comparación se muestran en la figura 15 en donde podemos observar que el día de la corrida piloto se tuvo un incremento en las unidades por operador, y las unidades producidas se mantuvieron según el promedio que se tenía de registros anteriores, al segundo día de mantener este nuevo balanceo se obtuvo una salida de unidades por operador mayor a las registradas con anterioridad siendo esta de 25.8 y las piezas producidas también incrementaron (Ver Figura 19).

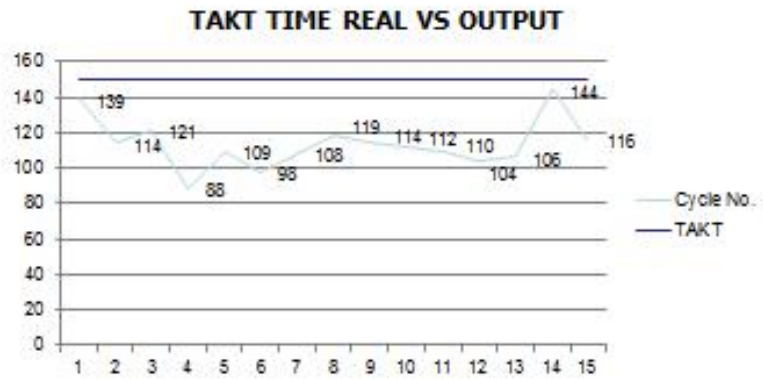


Figura 18. Gráfica de Takt Time Vs. Output.

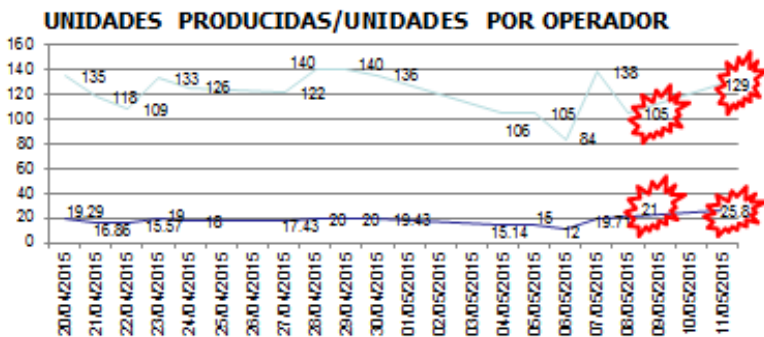


Figura 19. Gráfica de Unidades Producidas/ Unidades por Operador.

También se realizó una comparación de productividad en unidades sobre un antes y un después de la modificación realizada en la célula, donde se puede encontrar que según como fueron transcurriendo los días se incrementó la cantidad de piezas producidas por la misma (Ver Figura 20). Por otra parte se compararon las unidades por operador que reproducían en la célula antes y después de la implementación del nuevo balanceo, obteniendo un notable incremento de piezas producidas aun después de reducir el número de operadores en la célula (Ver figura 21).

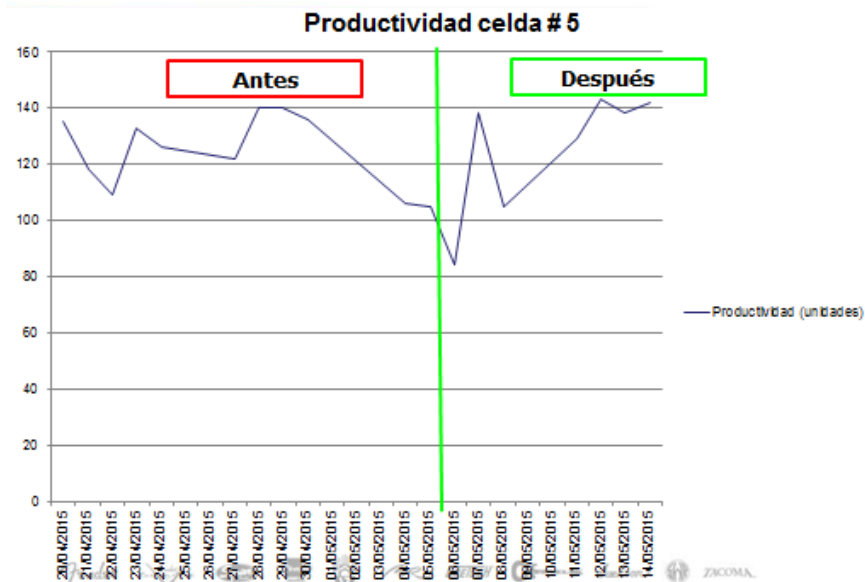


Figura 20. Gráfica Productividad de la Célula.

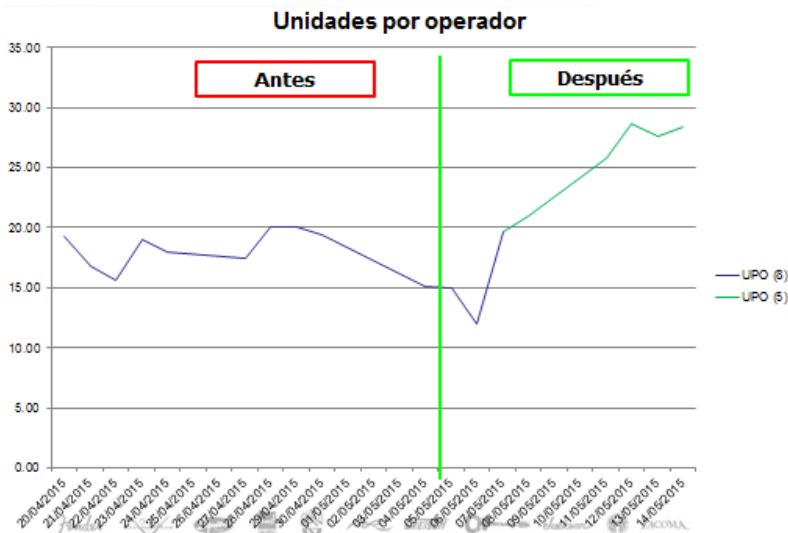


Figura 21. Gráfica de Unidades Producidas por Operador.

Con la aplicación de los nuevos balances se redujeron el número de operadores a 5 por lo que el ahorro anual de la empresa se ve expresado en la siguiente tabla (Ver tabla 8).

Tabla 8. Ahorro en %/año.

	No. de Operadores	Costo anual/ Operador (%)
Antes	7	100%
Después	5	62.50%
	Ahorro	71.42%

Una comparación más que se realizó fue la calificación de las auditorias de 5's+1 (WPO), como se planteó al inicio del evento Kaizen se quería llegar a una calificación de 55, para lo cual fue necesario que después de la implementación del rediseño de la célula, se delimitaran los nuevos espacios, así como la organización y clasificación de los materiales a utilizar.

Al finalizar la auditoria se obtuvo una calificación mayor a la deseada y la cual también según los registros de calificaciones de lo que va del año ha sido la mayor calificación obtenida por la célula (Ver Figura 22).

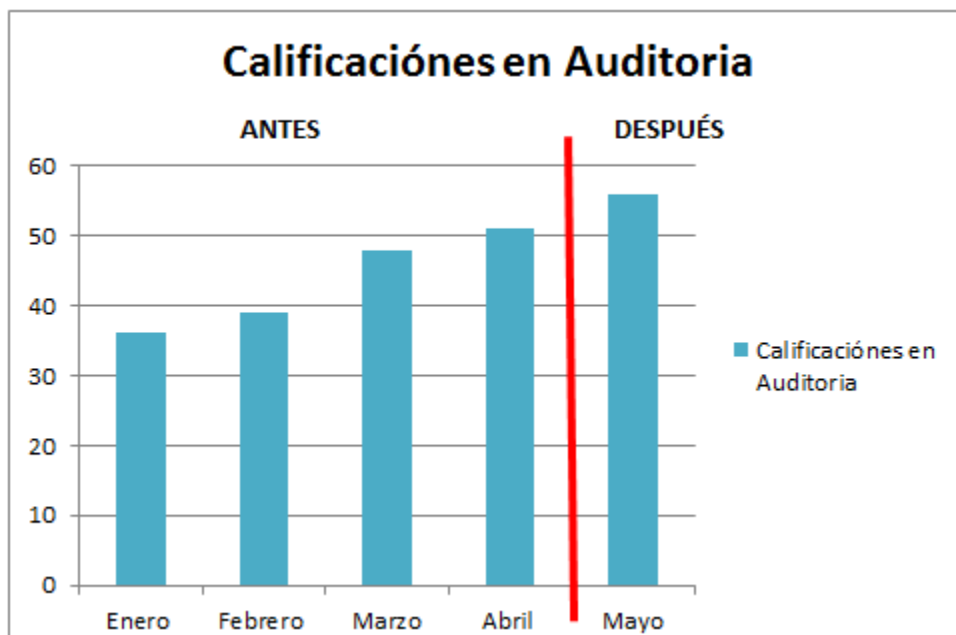


Figura 22. Gráfica del desempeño en auditorias en lo que va del año 2015.

Dando respuesta a las preguntas de investigación planteadas anteriormente y con la información mostrada en esta sección, se puede decir, que todas las interrogantes fueron contestadas positivamente, puesto que las herramientas utilizadas si fueron suficientes

para establecer las metas que ayudaron al incremento de la productividad de la célula, de igual forma la implementación de un evento Kaizen fue de gran ayuda para la aplicación de todas las propuestas de mejora, y gracias a esto se pudo comprobar que la célula se podía mantener con menos recurso humano, siendo esto un punto clave tanto para el aumento de la productividad de la célula como para el ahorro económico que brinda a la empresa.

LÍNEA LIJA CUELLOS

En base a una toma de tiempos realizada con cronometración se obtuvo que el tiempo de ciclo fue dentro del rango de 5 a 10 minutos por lo que solo fue necesaria la toma de 10 repeticiones, esto en base a la tabla de “General Electric”.

A continuación se muestra la tabla con el promedio de los tiempos por operaciones (Ver tabla 9).

Tabla 9: Tabla de tiempos promedio por estación.

No. DE ESTACIÓN	ESTACIÓN	CUELLOS	BAJOS
1	LIJADORA DE 90	0.21	0.22
2	BEVELING	0.29	0.30
3	RESANE	0.29	0.33
4	COLOCACIÓN HUESO	0.23	0.36
5	HEAD SANDER	0.30	0.45
6	PIN ROUTER	0.16	0.16
7	RODILLO	0.35	0.37
8	LIJA BUTT, VOLUTE, HEAD	0.44	0.55
9	LIJA BACKSHAPE	0.49	0.71
10	LIJA HEAD Y VOLUTE	0.49	0.59
11	LIJA CONTORNO DEL HEAD	0.54	0.54
12	LIJA CARAS Y FILOS CON NAVAJA	0.54	0.54
13	LIJADO DE FILOS DEL HEAD	0.52	0.55
14	LIJADO DE FRETS CON RODILLO DE FELPA	0.16	0.20
15	SELLADO DE WALNUT	0.27	0.31
16	INSPECCIÓN	0.33	0.42

Una vez obtenida la tabla de tiempos por estaciones, se realizó el VSM general de la línea de lija cuellos, para realizar dicho VSM fue necesario identificar el inventario existente entre estaciones, es decir, teóricamente tomar una fotografía de la línea en determinado momento para conocer los inventarios y esto plasmarse en el VSM y con esto poder identificar la eficiencia con la que la línea estaba operando (Ver Figura 23).

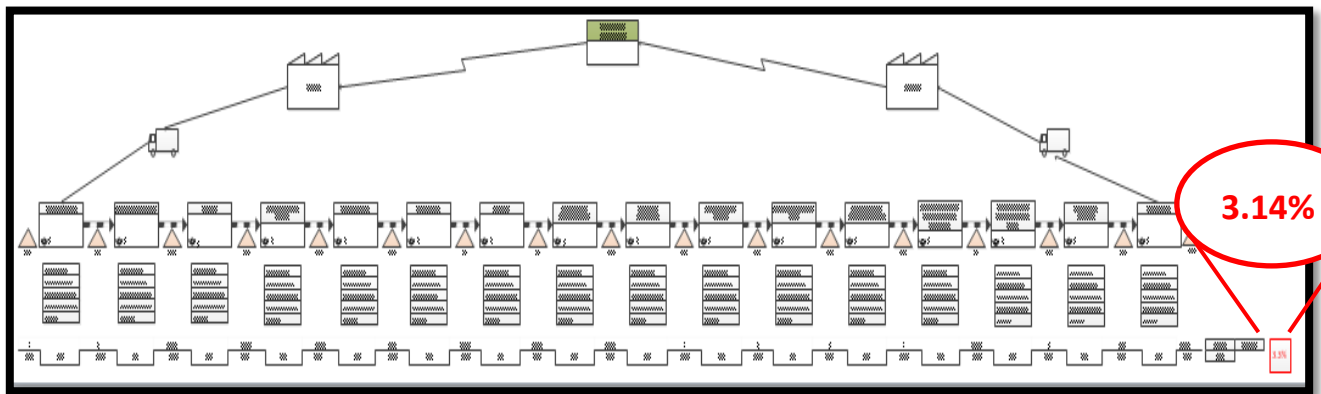


Figura 23. Value Stream Map inicial de la línea de Lija cuellos.

Posteriormente se realizó un análisis de los tiempos y del VSM, en donde se identificó la situación actual de la línea de lija cuellos, con esto fue necesaria la herramienta de 7 desperdicios para identificar en cuales de estos incurría la línea de producción, en este análisis se detectó que el inventario entre estaciones era excesivo, y a su vez en ciertas estaciones no existía inventario por lo tanto incurría en tiempos de espera, lo que nos denotaba que era necesario proceder con un rebalanceo del área.

En el análisis del VSM con el panorama actual se identificó que la eficiencia de línea era del 3.14% con los 13 operadores que contiene la misma, se calculó el takt time en base a la demanda, y se utilizó una tolerancia del 15% la cual está establecida por la empresa. (Ver tabla 10 y Figura 24). Una vez llevado a cabo el análisis de la situación actual se propuso realizar un nuevo balanceo, así como el rediseño de Layout.

Tabla 10. Tabla de tiempo por estaciones, con Takt Time y Limites Inferior y Superior.

No. DE ESTACIÓN	ESTACIÓN	STD BAJOS	STD GTR	TAKT TIME	L.SUP	L.INF
1	LIJADORA DE 90	0.22	0.21	0.82	0.94	0.70
2	BEVELING	0.30	0.29	0.82	0.94	0.70
3	RESANE	0.33	0.29	0.82	0.94	0.70
4	COLOCACIÓN HUESO	0.36	0.23	0.82	0.94	0.70
5	HEAD SANDER	0.45	0.30	0.82	0.94	0.70
6	PIN ROUTER	0.16	0.16	0.82	0.94	0.70
7	RODILLO	0.37	0.35	0.82	0.94	0.70
8	LIJA BUTT, VOLUTE, HEAD	0.55	0.44	0.82	0.94	0.70
9	LIJA BACKSHAPE	0.71	0.49	0.82	0.94	0.70
10	LIJA HEAD Y VOLUTE	0.59	0.49	0.82	0.94	0.70
11	LIJA CONTORNO DEL HEAD	0.54	0.54	0.82	0.94	0.70
12	LIJA CARAS Y FILOS CON NAVAJA	0.54	0.54	0.82	0.94	0.70
13	LIJADO DE FILOS DEL HEAD	0.55	0.52	0.82	0.94	0.70
14	LIJADO DE FRETS CON RODILLO DE FELPA	0.20	0.16	0.82	0.94	0.70
15	SELLADO DE WALNUT	0.31	0.27	0.82	0.94	0.70
16	INSPECCIÓN	0.42	0.33	0.82	0.94	0.70

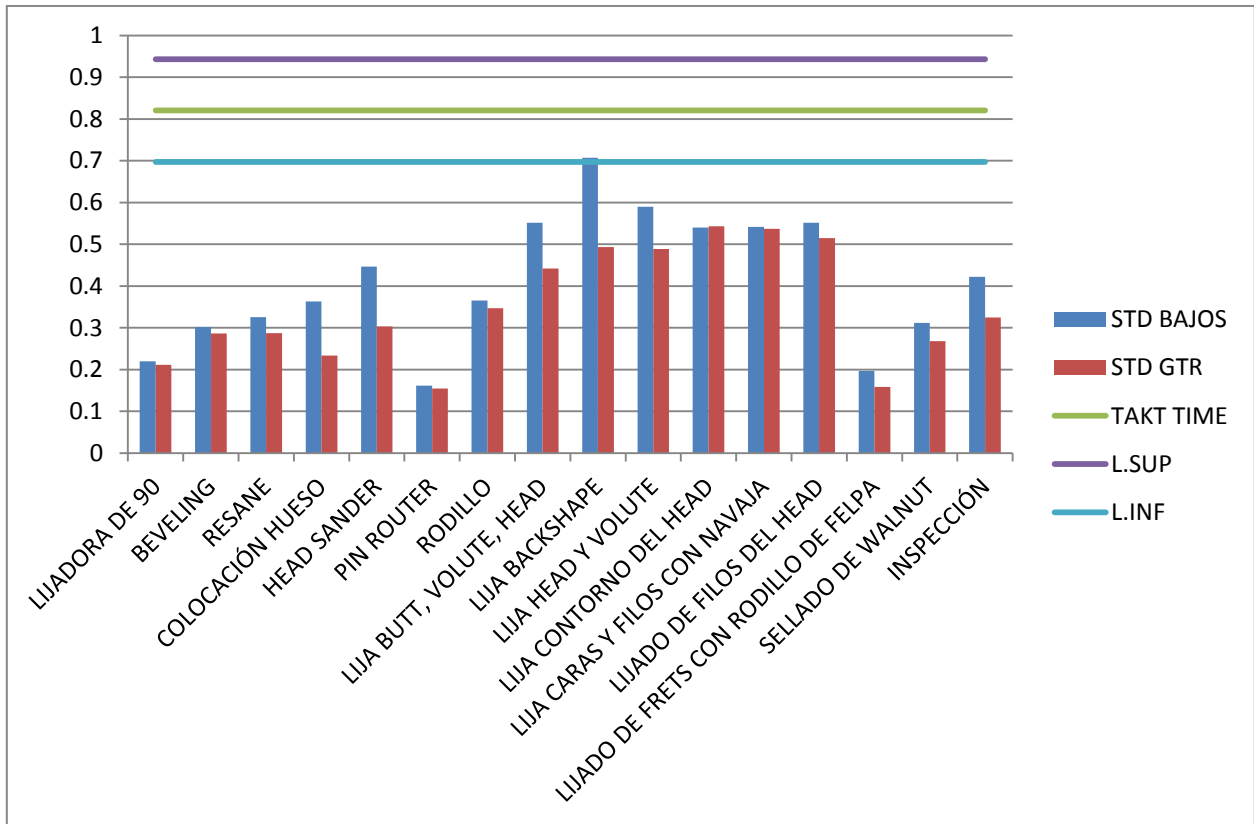


Figura 24. Gráfica del Balanceo actual de la línea de lija cuellos, en donde se puede apreciar el desbalanceo general de la línea.

Fue necesario tener en cuenta la distribución de la línea Lija Cuellos, para conocer el espacio que se tenía y poder tener una mejor visualización de los cambios que surgirían con el nuevo balanceo (Ver Figura 25).

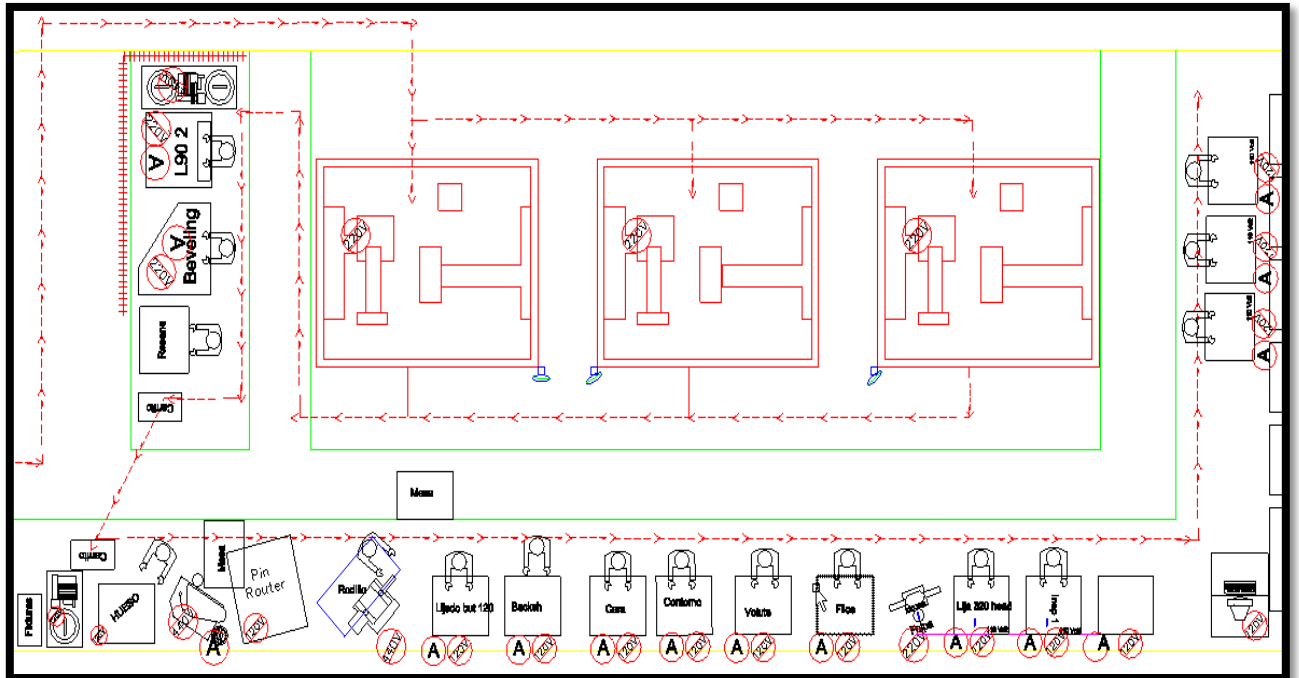


Figura 25. Layout antes de realizar el balanceo en la línea Lija Cuellos

PRESENTACIÓN DE PROPUESTA

Una vez obtenidos los datos de la situación actual de la línea Lija Cuellos, se procedió a la realización de una propuesta de mejora, en la que se buscaba realizar ciertos cambios que fueran necesarios para mejorar la eficiencia de línea, modificando las estaciones así como el número de operadores.

La propuesta que se presentó es la que se muestra a continuación (Ver Tabla 11 y Figura 26). En donde se pretendía reducir estaciones y con esto la intervención de menos operadores en el área, para poder despejar la misma y que estos operadores sobrantes fueran aprovechados en otras áreas donde era necesaria su intervención.

Tabla 11. Tabla de tiempo por estaciones, con Takt Time y Limites Inferior y Superior.

	STD BAJO	STD GUITAR	TAKT TIME	L.SUP	L.INF
ESTACIÓN 1	0.85	0.79	0.82	0.94	0.70
ESTACIÓN 2	0.81	0.53	0.82	0.94	0.70
ESTACIÓN 3	0.60	0.60	0.82	0.94	0.70
ESTACIÓN 4	0.74	0.74	0.82	0.94	0.70
ESTACIÓN 5	0.71	0.49	0.82	0.94	0.70
ESTACIÓN 6	0.87	0.87	0.82	0.94	0.70
ESTACIÓN 7	0.82	0.81	0.82	0.94	0.70
ESTACIÓN 8	0.78	0.78	0.82	0.94	0.70
ESTACIÓN 9	0.42	0.33	0.82	0.94	0.70

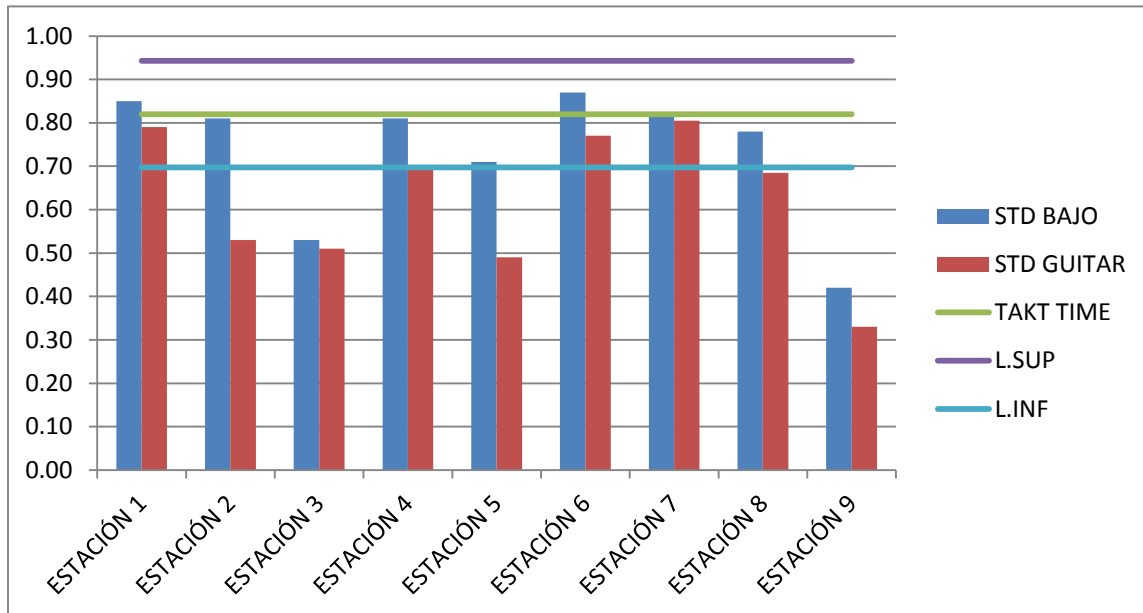


Figura 26. Gráfica del Balanceo propuesto para la línea de lija cuellos.

Una vez realizados los análisis y realizado la corrida piloto se encontró factible la implementación de dichos cambios y con este nuevo balanceo se realizó el VSM para analizar la eficiencia de línea con los cambios que se requerirían en la propuesta antes mencionada dando como resultado una mejora muy notoria en la eficiencia llegado está a alcanzar un 72.03% en comparación de la eficiencia inicial de 3.14% (Ver Figura 27).

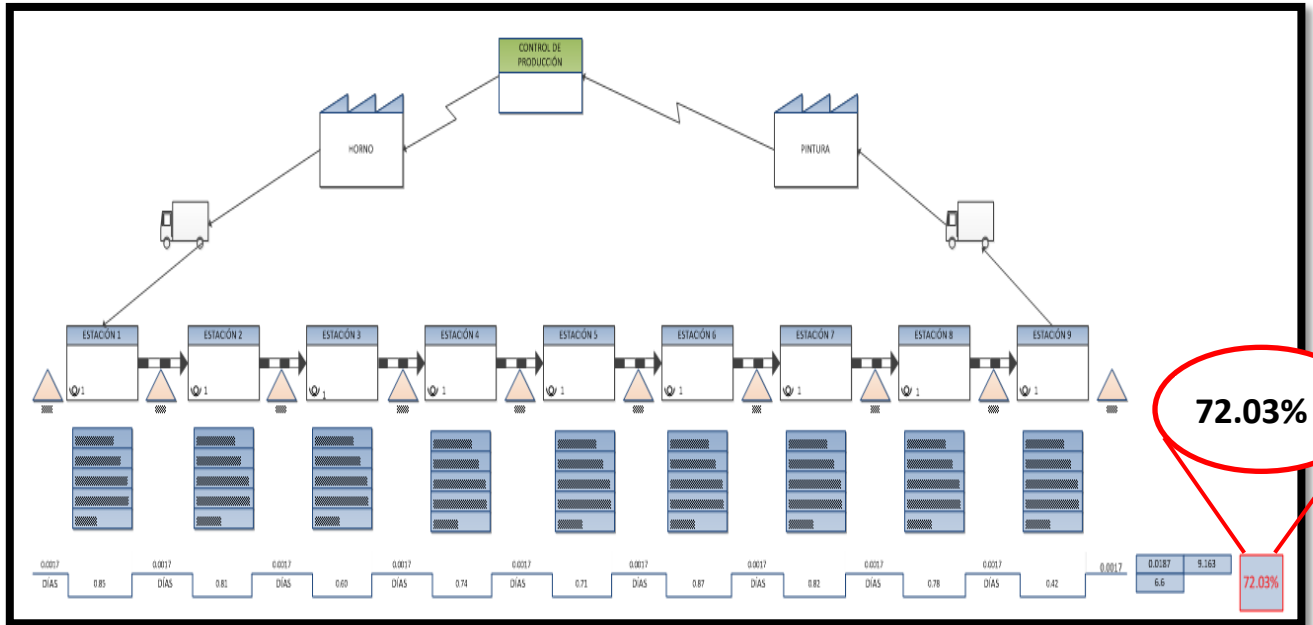


Figura 27. Value Stream Map de la propuesta de balanceo para la línea Lija Cuellos

Las estaciones sufrieron ciertos cambios que al ser consultados con los encargados de la seguridad del trabajador en la planta indicaron que no existiría problema latente alguno para ningún trabajador.

La línea de Lija Cuellos quedo reducida a 9 estaciones con la intervención de 9 operadores (Ver Tabla 12).

Tabla 12. Tabla de la distribución final de las operaciones entre estaciones.

No. DE ESTACIÓN	ESTACIÓN
1	LIJADORA DE 90 BEVELING RESANE
2	COLOCACIÓN DE HUESO HEAD SANDER
3	PIN ROUTER RODILLO
4	LIJA HEAD (120) LIJA BUTT (120) LIJA VOLUTE HEAD (MINICO) LIJA VOLUTE HEAD (220) MARCA CUELLO
5	LIJA BACKSHAPE
6	LIJA AMBAS CARAS HEAD BARRA Y FILOS CON NAVAJA
7	LIJA CONTORNO DEL HEAD LIJA FILOS FRONTALES DEL HEAD
8	LIJA FILOS POSTERIORES DEL HEAD LIJA DE FRETS CON RODILLO DE FELPA SELLADO DE WALNUT
9	INSPECCIÓN

Con la implementación del nuevo balanceo se realizó una reducción de operadores en el área de 13 a 9 por lo tanto existe un ahorro económico por personal en la línea, en la siguiente tabla se expresa dicho ahorro de manera anual (Ver Tabla 13). La producción se mantuvo en la línea a pesar de la modificación en el número de operadores realizada ya que está fue para ajustar la línea a la meta de producción requerida la cual se mantendrá en 600 cuellos diarios.

Tabla 13. Tabla del ahorro anual de la empresa (%).

	No. DE OPERADORES	COSTO ANUAL/OPERADOR(%)
ANTES	13	100%
DESPUÉS	9	69.23%
	AHORRO	30.77%

Dando respuesta a las preguntas de investigación planteadas al inicio del proyecto y con la información mostrada en esta sección podemos responder a estas interrogantes positivamente, puesto que como podemos resumir, si se incrementó la eficiencia 61.89% más de lo requerido aunque se modificará el número de operadores de la línea, y a su vez se logró el ahorro económico deseado en función a la reducción de operadores en la línea de trabajo (Ver Tabla 14).

Tabla 14. Tabla de métricos alcanzados debido al nuevo balanceo.

MÉTRICOS			
	ACTUAL	META	LOGRADO
No. DE OPERADORES	13	12	9
EFICIENCIA	3.14%	10.14%	72.03%
AHORRO ECONÓMICO	0%	5%	30.77%

Como consecuencia del rebalanceo aplicado a la línea de Lija Cuellos se procedió a realizar una modificación en el Layout, en donde se reacomodarían mesas y se eliminarían estaciones de trabajos que dejaron de ser necesarias por los cambios en los procesos.

A continuación se muestra el Layout de la línea lija cuellos (Ver Figura 28).

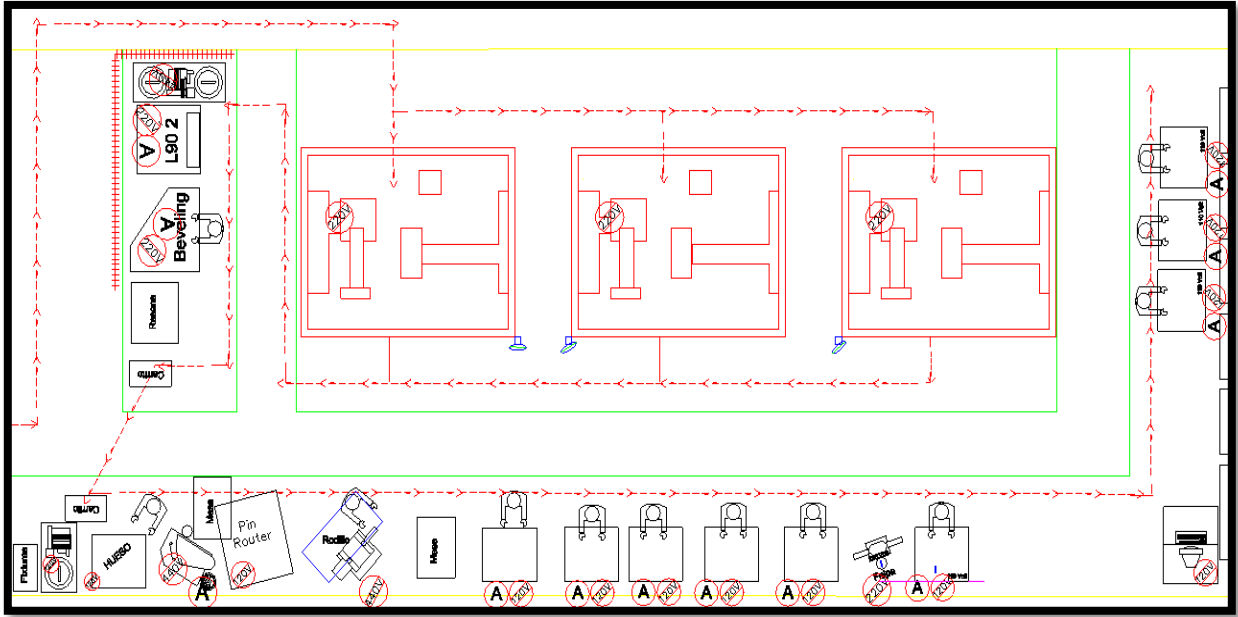


Figura 28. Layout después de realizar el balanceo en la línea Lija Cuellos.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

A pesar de que se utilizaron diferentes herramientas en la realización del proyecto, se ve como cada una de estas se complementan entre sí, todas tienen su importancia, y son sencillas de utilizar, la enseñanza que cada una de ellas nos deja es que aunque el trabajo parezca simple de realizar siempre hay detrás un análisis que sin él resulta casi imposible concretar una solución, es decir, cuando se realizan mejoras a opiniones de otros quizás son muy simples y sin complejidad, pero realizar ese cambio por más pequeño que parezca atrae una mejor eficiencia, así como sintonía en el ambiente y entorno laboral, y todo esto conlleva un análisis profundo del proceso de producción para que dicha solución sea factible.

La implementación de las herramientas de mejora continua fueron de gran ayuda para la realización del proyecto, tanto para la célula de Pulido Cuellos como para la línea Lija Cuellos. Como se puede observar utilizar dichas herramientas como el balanceo de líneas, los VSM's, la identificación de los desperdicios en los que se incurría, ayudó a tener un mejor análisis y por lo tanto un mejor resultado.

En muchas ocasiones las herramientas de mejora continua tienden a ser catalogadas de un impacto bajo, debido a que su complejidad es mínima, sin embargo, estas herramientas son reconocidas como las principales técnicas utilizadas para lograr el camino hacia la mejora.

A lo largo del desarrollo del proyecto se puede observar el impacto de las herramientas en los resultados que se obtuvieron por área de trabajo (Ver Tabla 15), dando así respuestas positivas a las planteadas al inicio del proyecto en donde, se demuestra que la eficiencia de las áreas en cuestión pudo ser incrementada, sin afectarle el hecho de la reducción de personal directo en ellas, y a su vez como el flujo de trabajo se encuentra con un mejor balanceo el inventario entre estaciones se redujo así como el tiempo de ocio de los operadores.

Tabla 15. Tabla de Resultados.

TABLA DE RESULTADOS				
ÁREA	MÉTRICOS	INICIAL	META	LOGRADO
Célula Pulido Cuellos	Eficiencia	20%	27%	51%
	Número de Operadores	7	5	5
	Ahorro Económico Anual	0%	5%	71.42%
Línea Lija Cuellos	Eficiencia	3.14%	10.14%	72.03%
	Número de Operadores	13	12	9
	Ahorro Económico Anual	0%	5%	30.77%

RECOMENDACIONES

Como podemos observar en este proyecto una vez implementadas las herramientas en las dos áreas de trabajo, se pudo identificar el cambio positivo que se produjo con la aplicación del nuevo balanceo, notando que la eficiencia de línea aumentó, y la calidad no disminuyó al modificar el número de operadores de la línea, por lo tanto se recomienda realizar análisis en las diferentes líneas donde exista un proceso de producción, ya sea que está presente conflictos o no, para conocer su situación y estar siempre en búsqueda de una mejora lo cual repercutirá positivamente en la organización, llevando así a la empresa a una condición de mejora continua.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Empresa Manufacturera: Entidad económico-social en la que se realiza una serie de acciones orientadas a la transformación mecánica, física o química de recursos naturales o materias primas sintéticas, empleando diversas tecnologías, para producir artículos que satisfagan las necesidades humanas o industriales.

Cronometración: Es la medición del tiempo de ejecución con un cronómetro o algún otro instrumento.

Tack Time: Es el tiempo en el que se debe obtener una unidad de producto.

Layout: Palabra en ingles que puede interpretarse como disposición o plan para plasmar y representar en un plano las diferentes áreas que conforman una planta o negocio, ya sea recepción de materia prima, almacén, operación, control e inspección de calidad, patios de maniobra, estacionamiento y otros.

Célula de producción: Son pequeñas unidades autónomas o auto-suficientes que incluyen varias máquinas u operaciones. Su equipo y su personal están ordenados en una compacta manera secuencial.

Línea de producción: Consiste en múltiples estaciones de trabajo ordenadas en forma secuencial en las cuales trabajadores humanos ejecutan operaciones de ensamble.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Connie M. Borrór, *The Certified Quality Engineer Handbook*, 3rd Ed., pág. 319, Editorial American Society for Quality, Quality Press, United States of America, 2008

[2] Patxi Ruiz De Arbulo López, *La gestión de costes en lean manufacturing*, pág.48, editorial Netbiblo S. L, La Coruña, España, 2007.

[3] Alberto García Cerro, Gema García Piqueres, Marta Pérez Pérez, Lidia Sánchez Ruiz y Ana María Serrano Bedia (coord.), *Manual de dirección de operaciones: Decisiones estratégicas*, pág.109, Editorial de la Universidad de Cantabria, Santander, España, 2013.

[4] Sowards Dennis, *Best Practices*, EBSCO host, 2011

[5] Francisco Rey Sacristán, *Las 5S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo*, pág.17, Editorial Fundación Confemetal, Madrid, España, 2005.

[6] Fred E. Meyers, *Estudio de Tiempos y Movimientos*, 2da. Ed.,pág. 71, Editorial Pearson Educación, 2000

[7] Fred E. Meyers, *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*,3ra. Ed., pág 70, 109-110, Editorial Pearson Educación, 2006.

[8] W. Niebel, *Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo*, duodécima, pág.340, McGraw-Hill/Interamericana, Distrito Federal, México, 2009.

-Baca Urbina Gabriel, Cruz Valderrama Margarita (coord.), *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Grupo editorial Patria, 2014.

-Platas García José Armando, Cervates Valencia María Isabel. *Planeación, diseño y Layout de Instalaciones*. Grupo Editorial Patria, 2014.

-Groover Mikell P. *Fundamentos de la Manufactura Moderna*. Pearson Educación, 1997.

- <http://www.tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/9237/Capitulo2.pdf>

- Galgano Alberto. *Las tres revoluciones: caza del desperdicio: doblar la productividad con la "Lean Production"*. Ediciones Diaz de Santos, 2003.