



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

PROPUESTA DE MEJORA CONTINUA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE  
MUEBLES MODULARES EN LA EMPRESA FORMACTUAL.

Autora

Dayana Elizabeth Moscoso Mosquera

Año  
2018



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

PROPUESTA DE MEJORA CONTINUA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE  
MUEBLES MODULARES EN LA EMPRESA FORMACTUAL.

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos  
para optar por el título de Ingeniera en Producción Industrial.

Profesor Guía

MBA, Edison Rubén Chicaiza Salgado.

Autora

Dayana Elizabeth Moscoso Mosquera

Año

2018

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido el trabajo, Propuesta de mejora continua del proceso productivo de muebles modulares en la empresa FORMACTUAL, a través de reuniones periódicas con la estudiante Dayana Elizabeth Moscoso Mosquera, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

---

Edison Rubén Chicaiza Salgado  
Master in Business Administration  
CI: 1710329036

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

“Declaro haber revisado este trabajo, Propuesta de mejora continua del proceso productivo de muebles modulares en la empresa FORMACTUAL, de la estudiante Dayana Elizabeth Moscoso Mosquera, en el semestre 2018-2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajo de Titulación”.

---

Christian Leonardo Chimbo Naranjo  
Magister en Administración de Empresas  
CI: 1802719581

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

---

Dayana Elizabeth Moscoso Mosquera  
C.I. 1722745773

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por brindarme a diario sabiduría, salud y fuerza durante toda la carrera, a mi padre que si no fuera por su esfuerzo no estaría donde estoy, a mi madre por su apoyo, el cual no me permitió dar un paso atrás y a mi hermano por su ejemplo de que la vida es una lucha y puedes salir victorioso.

Al ingeniero Edison Chicaiza, por guiar los pasos de este proyecto y que éste sea de ejemplo.

A mis amigos que siempre aportaron un granito más llenando de alegría mi caminar universitario.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres, Alonzo y Cumandá, ya que fueron ellos el motor de cada paso, el ejemplo claro de lo que es el amor y la paciencia.

## RESUMEN

El presente trabajo se desarrollará en la empresa FORMACTUAL, la cual está ubicada al sur de la capital del Ecuador en el sector “La Loma de Puengasí.”

La empresa se dedica a la realización de muebles y modulares en madera sólida y melamínico respectivamente, siendo su producto estrella los módulos de cocina en melamínico. El área de ventas toma el pedido del cliente, luego se desarrolla el diseño el cual es presentado y una vez aprobado comienza la producción entregando el producto instalado.

El trabajo de titulación se lo realiza en el área de producción de modulares de cocina en melamínico. Dentro de este proceso se han visto demoras causadas por la falta de trazabilidad de las partes y piezas, el tiempo invertido en la clasificación y movimientos de las mismas, así como también cada operario realiza los procesos de diferente manera.

Por ende, con la propuesta de implementación de algunas herramientas de Manufactura Esbelta como: administración visual, 5S's, trabajo estándar y el mapa de la cadena de valor se pretende minimizar estas demoras y tiempos desperdiciados que no agregan valor al producto, pero representa un costo para la empresa, disminuyendo en 55,47 minutos por producción de un metro lineal de cocina.

En el capítulo 1, se describen los antecedentes de la empresa, la descripción del problema, así como los objetivos que se desea alcanzar.

En el capítulo 2, se detallan los fundamentos teóricos en el cual se basa el desarrollo del proyecto.

En el capítulo 3, se describe la situación actual en la cual se encuentra la empresa, se realiza la diagramación de procesos, el análisis de tiempos, el VSM, la simulación en FlexSim y para finalizar se resumen los hallazgos.

En el capítulo 4, se encuentra la propuesta de mejora detallando las herramientas de Manufactura Esbelta que se proponen siendo estas: administración visual, 5S's, trabajo estándar y VSM.

En el capítulo 5, se realiza el análisis de resultados de las propuestas de mejora representando los tiempos mejorados y el VSM de la propuesta de mejora. Así como también se presenta el análisis de costo beneficio.

Para finalizar se describen las conclusiones y recomendaciones del proyecto de titulación.

## ABSTRACT

The present work was done in FORMACTUAL, this company is dedicated to the production of furniture in solid wood and melamine, being its flagship product the kitchen modules in melamine. The selling area takes client's order, then the design is made and presented to the client, if the client accepts the design the production area starts making the order and finally the order is installed on location. The company is at the south of the capital of Ecuador in the sector "Loma de Puengasí."

The project is carried out in the production area of melamine kitchen modules. Within this process are the lack of traceability of the parts and pieces, time spent in the classification and movements, as well as each operator performs the processes in different ways all of these delays the production process.

Therefore, with the proposal of implementation of some Lean Manufacturing tools such as: visual management (Kanban), 5S's, standard work (SOS) and Value Stream Map (VSM), it is intended to minimize these dead time and delays that do not add value to the product but represent a cost to the company. Minimizing in 55.47 minutes per production of a linear meter of kitchen.

In Chapter 1 are the background of the company, the description of the problem, and the objectives to be achieved are described.

In Chapter 2 are the theoretical foundations on which the project's development is based are detailed.

In Chapter 3 are the current situation of the company, the process diagram, the time analysis, the VSM, the simulation in FlexSim and finally the findings are summarized.

In Chapter 4 are the improvement proposal and the details of the Lean Manufacturing tools that are: visual management, 5S's, standard work and VSM.

In Chapter 5 are the analysis of the results of the improvement proposals that were made, representing the improved times and de VSM of the improvement proposal. Also, the cost and benefit analysis.

Finally, the conclusions and recommendations of the project are described.

# ÍNDICE

1. CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1 Introducción .....	1
1.2 Antecedentes de la empresa.....	3
1.2.1 Organigrama estructural.....	4
1.2.2 Ubicación de la empresa .....	5
1.2.4 Lay-Out de la empresa.....	6
1.2.5 Cartera de productos.....	6
1.2.6 Mercado .....	9
1.3 Descripción del problema .....	10
1.4 Justificación .....	12
1.5 Alcance .....	12
1.6 Objetivo de estudio .....	13
1.6.1 Objetivo General.....	13
1.6.2 Objetivos Específicos.....	13
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	13
2.1 Gestión por procesos.....	13
2.1.1 Diagrama de flujo: .....	14
2.1.1.2 Flujograma analítico de procesos:.....	15
2.1.2 BPMN (Business Process Model and Notation) .....	16
2.2 Medición de tiempos .....	17
2.2.1 Tiempo de ritmo (takt time).....	18
2.2.2 Tiempo de ciclo .....	19
2.2.3 Tiempo normal y tiempo estándar .....	19
2.2.4 Número teórico de operarios necesario.....	21
2.2.5 Productividad.....	22
2.3 Manufactura Esbelta .....	22
2.3.1 Los nueve desperdicios.....	23
2.3.2 Herramienta Mapa de Valor VSM (Value Stream Mapping) .....	23
2.3.2.1 Simbología para el VSM.....	24
2.3.3 Sistema de control de producción <i>Kanban</i> .....	26
2.3.4 Las 5'Ss.....	28
2.3.5 OEE.....	29

2.3.6 Administración visual.....	30
2.3.7 Trabajo estandarizado.....	31
2.3.8 Justo a tiempo ( <i>Just In Time</i> ) .....	33
2.4 Mejoramiento continuo ( <i>Kaizen</i> ) .....	33
2.5 Herramientas de diagnóstico .....	37
2.5.1 Los cinco porqués. ....	37
2.5.2 Diagrama de pescado (Ishikawa) .....	38
2.5.3 Diagrama de Pareto .....	39
2.6 Software Bizagi Modeler.....	40
2.7 Software FlexSim .....	41
2.8 Software Autodesk Inventor Student .....	42
<b>3. CAPÍTULO III. SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>43</b>
3.1 Situación actual.....	43
3.2 Producción .....	44
3.3 Mapa de procesos.....	46
3.3.1 Macroproceso.....	46
3.3.2 Diagrama BPMN.....	47
3.4 Análisis de los procesos para fabricación de modulares de cocina en melamínico. ....	48
3.4.1 Proceso de corte .....	48
3.4.2 Proceso de laminado.....	52
3.4.3 Proceso de acanalado.....	55
3.4.4 Proceso de perforación de puertas y/o laterales .....	58
3.4.7 Proceso de embalaje de módulos de cocina .....	67
3.5 Tiempos actuales (VSM actual y simulación) .....	69
3.5.1 Estudio de tiempos .....	69
3.6 Diagramas de Ishikawa.....	77
3.7 Análisis causa raíz .....	79
3.7.1 Diagrama de flujo de los procesos .....	80
3.7.2 Análisis de la cadena de valor (VSM) actual. ....	80
3.7.3 Simulación FlexSim .....	87
3.8 5'Ss .....	88
3.9 Hallazgos.....	90

4. Capítulo IV. Propuesta de mejora.....	91
4.1 Mejoramiento del proceso .....	91
4.2 Mejorando con 5'Ss .....	92
4.3 Mejora en la trazabilidad de las partes.....	95
4.3.1 Codificador .....	95
4.3.2 Coche, transportador de partes y piezas.....	96
4.3.3 Tablero de seguimiento de la producción.....	101
4.3.4 Trazabilidad de piezas en los procesos de laminado y acanalado.	104
4.4 Tiempos esperados con las mejoras .....	105
4.5 Aplicación de las hojas de trabajo estándar (SOS).....	107
5. Capítulo V. Análisis de resultados.....	108
5.1 Análisis de la propuesta de mejora. ....	108
5.1.1 Análisis del tiempo de proceso actual versus propuesta de mejora.	108
5.1.2 Análisis VSM actual versus propuesta de mejora .....	111
5.1.2 Análisis de distancias recorridas con simulador FlexSim.....	113
5.2 Análisis costo beneficio.....	115
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	120
6.1 Conclusiones.....	120
6.2 Recomendaciones .....	121
REFERENCIAS.....	123
ANEXOS.....	126

## 1. CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

### 1.1 Introducción

En esta nueva era las empresas han tenido momentos críticos, ya que las necesidades y productos han ido cambiando drásticamente, y uno de los errores que cometen es seguir administrando su producción y servicio como lo hacían en el pasado. Hoy por hoy una empresa que se mantiene viva es aquella que presenta productos o servicios hacia sus clientes que sean: de calidad, con una entrega rápida, bajos costos y manteniendo una comunicación eficiente. Como dice Socconini en su libro *Lean company* más allá de la manufactura, “en el siglo XX, hacer cambios era una opción. Ahora se ha convertido en un requisito para mantenerse trabajando y, además estos cambios no pueden ser lentos como en el pasado.”

La terminología “*Lean*” tuvo sus inicios en el año 1990 por el doctor James Womak quien dijo que *lean* significa “magro,” es decir la carne sin grasa, entonces esta filosofía consiste en ayudar a una empresa a quitar todo lo que no se necesita para hacerla más ágil en el desempeño (Socconini, 2016).

En la actualidad existen muchos más competidores, por lo que los precios son impuestos por el mercado, ante esta situación las empresas se ven obligadas a mejorar las utilidades reduciendo costos, pero sin descuidar la calidad de su producto y servicio, esta es la única forma de superar a la competencia.

Por otro lado, nuestro país en los últimos años se ha visto afectado por una gran crisis en el sector de la construcción residencial, hago referencia a dicho sector ya que la empresa al realizar modulares de madera para edificios, conjuntos y casas, su demanda depende directamente de dicho sector. En la figura 1, se mostrarán los permisos de construcción, del cual podemos observar en la línea de color azul reflejando los residenciales los cuales desde el año 2012 hasta el 2015 ha caído considerablemente un aproximado del 64,01% el número de permisos de construcción. Por esta razón las empresas que dependen de la construcción, deben buscar la manera de ahorrar sus costos de producción y ser más competentes para ser elegidos por el mercado.



Figura 1. Permisos de construcción según propósito.

Tomado de (INEC, 2017).

Como consecuencia de la caída de permisos en la construcción se han generado también desempleos en este sector como se puede ver en el informe de indicadores laborales realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos en diciembre de 2017. En la tabla de Composición del empleo de adecuado/pleno por rama de actividad: Total nacional. ("INEC", 2017).

Tabla 1.

*Composición del empleo adecuado/pleno por rama de actividad.*

Rama de Actividad	dic-09	dic-10	dic-11	dic-12	dic-13	dic-14	dic-15	mar-16	jun-16	sep-16	dic-16	mar-17	jun-17	sep-17	dic-17
Comercio	18,5%	19,0%	18,4%	18,7%	16,3%	16,3%	16,8%	16,2%	16,1%	15,6%	16,5%	16,0%	16,2%	16,7%	17,5%
Manufactura (incluida refinación de petróleo)	12,3%	12,8%	12,3%	11,9%	12,6%	12,9%	12,4%	12,2%	12,5%	12,3%	13,0%	12,4%	12,5%	12,8%	13,0%
Enseñanza y Servicios sociales y de salud	13,1%	13,8%	13,7%	13,7%	13,3%	11,8%	12,5%	14,1%	13,6%	14,7%	13,1%	13,6%	13,4%	13,9%	12,9%
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura y pesca	12,3%	12,0%	11,7%	11,8%	10,0%	11,5%	11,0%	9,7%	10,9%	10,7%	11,3%	10,9%	11,0%	9,8%	10,3%
Administración pública, defensa; planes de seguridad social obligatoria	6,7%	6,8%	7,4%	6,9%	7,7%	8,4%	8,8%	9,4%	8,9%	8,8%	9,3%	8,7%	9,0%	9,1%	9,4%
Construcción	9,2%	8,4%	7,8%	8,0%	9,7%	9,3%	8,9%	7,7%	7,7%	8,8%	8,4%	8,0%	7,7%	7,7%	8,1%
Transporte	6,5%	6,6%	7,9%	8,1%	7,1%	7,2%	7,8%	7,4%	7,9%	6,7%	6,6%	7,9%	7,7%	7,1%	7,0%
Actividades profesionales, técnicas y administrativas	5,2%	5,5%	5,7%	6,4%	6,8%	6,0%	6,2%	6,2%	6,5%	7,0%	6,2%	6,2%	6,1%	6,4%	6,3%
Alojamiento y servicios de comida	4,0%	3,8%	4,5%	4,5%	4,2%	4,7%	4,8%	5,8%	4,9%	5,2%	5,1%	5,2%	5,4%	5,4%	5,4%
Otros Servicios	3,6%	3,6%	3,0%	2,8%	3,5%	2,9%	2,8%	3,4%	3,2%	3,2%	2,9%	3,1%	3,0%	3,2%	3,0%
Servicio doméstico	2,8%	2,4%	2,1%	2,2%	2,4%	3,2%	2,5%	2,4%	2,5%	2,6%	2,7%	2,9%	2,6%	2,5%	2,2%
Actividades de servicios financieros	1,5%	1,5%	2,1%	1,6%	2,1%	1,9%	1,5%	1,6%	1,5%	1,2%	1,3%	1,3%	1,6%	1,6%	1,5%
Correo y Comunicaciones	1,9%	1,8%	1,4%	1,7%	1,7%	1,4%	1,7%	1,2%	1,4%	1,3%	1,2%	1,3%	1,5%	1,4%	1,3%
Suministro de electricidad y agua	1,4%	1,1%	1,1%	1,0%	1,2%	1,2%	1,1%	1,2%	1,0%	1,1%	1,2%	1,1%	0,9%	1,3%	1,3%
Petróleo y minas	1,0%	0,8%	0,9%	0,8%	1,2%	1,4%	1,2%	1,2%	1,3%	0,9%	1,1%	1,5%	1,4%	1,0%	0,7%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

**Nota:** La rama de actividad **Otros Servicios** incluye: Actividades inmobiliarias - Artes, entretenimiento y recreación - Actividades de organizaciones extraterritoriales - Otras actividades de servicios - No especificado



Tomado de (INEC, 2017)

Como se puede observar en la tabla 1, en la “Rama de Actividad” en el punto “Construcción” se puede observar que el año más alto de actividad fue en el 2013 siendo de 9,7%, pero para el año 2017 esta baja a un 7,7% de actividad siendo uno de los porcentajes más bajos en la actividad. En la tabla también se puede observar que el desempleo en dicha rama ha sido muy variable, pero en estos últimos años se ha mantenido bajo, dando como resultado el aumento de desempleos en la actividad de la construcción.

## 1.2 Antecedentes de la empresa

La empresa FORMACTUAL, tuvo sus inicios en el año 1970 con un pequeño taller de carpintería en la parte sur, junto al antiguo terminal terrestre de la capital del Ecuador. Siendo el Sr. Segundo Pillajo quien elaboraba muebles finos de madera. Al pasar el tiempo y gracias al aumento de las ventas la empresa logró adquirir un terreno en el sector “La Loma de Puengasí,” donde se trasladaron y desde entonces comenzó a funcionar con el nombre “Aserradero San Antonio.”

Al comenzar la empresa, ésta no contaba con toda la maquinaria necesaria para la realización de los productos pedidos por los clientes así que, mediante el esfuerzo y ahorro, la empresa logró adquirir nueva maquinaria. La empresa inició procesando madera para la construcción, entablados de pisos, ventanas, puertas, cubiertas y pasamanos de madera sólida y artesanal.

Fue en el año 2005 que la empresa toma la decisión de industrializarse, todo esto gracias a la nueva adquisición de maquinaria. FORMACTUAL cuenta con contribución de accionistas, los cuales han aportado a la empresa desde junio del 2006, para la implementación de nuevas maquinarias como: Sierras eléctricas, CNC’s, sistemas de extracción de polvos, laminadoras, escuadradoras electrónicas, prensa industrial para madera, lijadora industrial para madera.

Por otro lado, la empresa contaba con contratos en el exterior, exportando sus productos de madera hacia Francia, pero la crisis del Euro desde el año 2014 hicieron que estos contratos se cerrarán y así FORMACTUAL sufrió bajas en sus ventas y ganancias, viendo al producto en melamínico como una opción para seguir a delante.

### Misión de la empresa

“Diseñar, crear, comercializar y distribuir mobiliaria de alta calidad al por mayor y menor, que superen las expectativas de nuestros clientes y consumidores generando confort en diferentes espacios y ambientes.” (FORMACTUAL, 2012)

### Visión de la empresa

“Crear y producir mobiliaria de excelencia que cuente con gran tecnología, teniendo como base la innovación total, esto nos dará un diferencial único que nos identifique y a la vez nos haga más competitivos en nuestra escala industrial, alcanzando y manteniendo un liderazgo en el mercado.” (FORMACTUAL, 2012)

### Política de la empresa

“FORMACTUAL, Aserradero San Antonio S.A. se compromete a cumplir con los requisitos mínimos, los requisitos básicos de nuestros clientes y a sobrepasar sus expectativas, agregándoles a nuestros productos un valor agregado en calidad, durabilidad y servicio.” (FORMACTUAL, 2012)

#### 1.2.1 Organigrama estructural

Actualmente FORMACTUAL cuenta con 3 empleados que se encuentran en el área administrativa como es: ventas, producción y compras (bodega); mientras que 6 operarios se encuentran en planta, de los cuales 3 están en el área de melamínico, 2 en el área de madera y 1 técnico de operación. En la figura 2, se puede visualizar el organigrama.

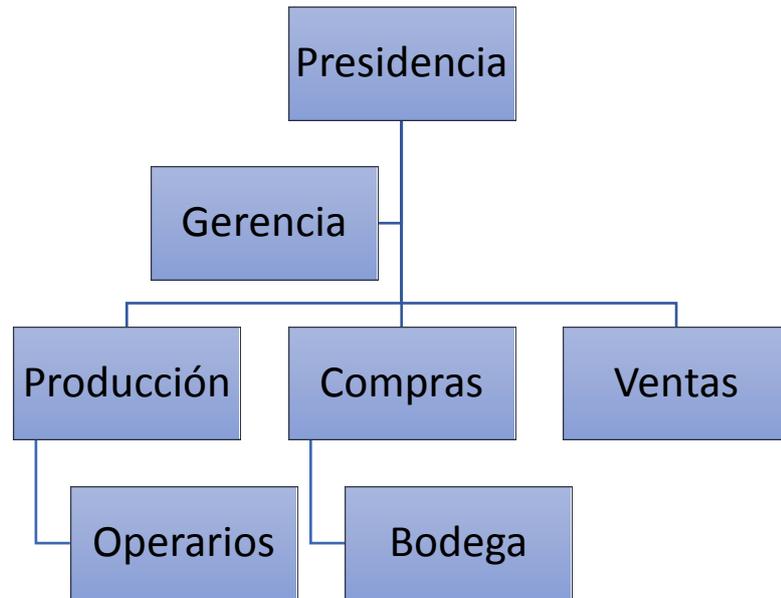


Figura 2. Organigrama de la empresa FORMACTUAL.

### 1.2.2 Ubicación de la empresa

1.2.3 La empresa está ubicada en la provincia de Pichincha, cantón Quito en la parroquia Eloy Alfaro calle Ricardo Izurieta del Castillo E15-129 y Pasaje E15C. Teniendo un área de construcción total de 1977,35 metros cuadrados, la cual está construida en un área de terreno de 1642 m<sup>2</sup>. De los cuales 645 m<sup>2</sup> está distribuido para oficinas administrativas y 1332,35 m<sup>2</sup> están distribuidos para el área de producción.

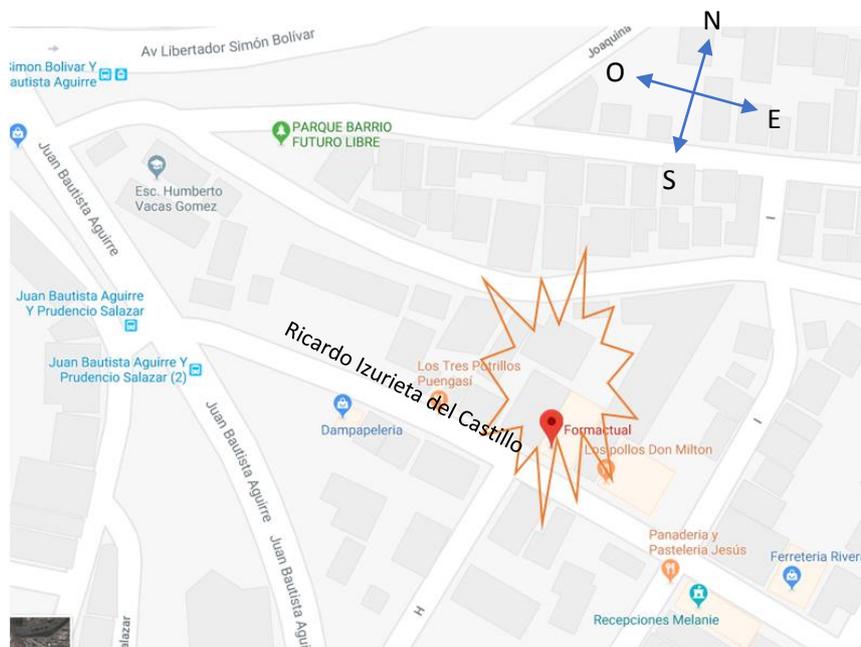


Figura 3. Mapa de la dirección de la empresa.

Tomado de (Google Maps, s.f)

### 1.2.4 Lay-Out de la empresa.

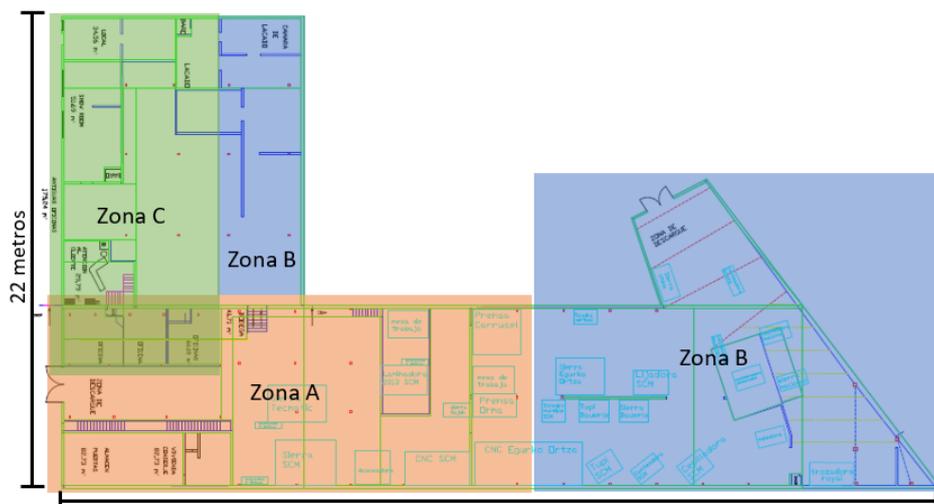


Figura 4. Lay Out de la empresa.

Adatado de (FORMACTUAL, 2018)

En la figura 4, se puede apreciar el lay-out de la empresa la cual está dividida en zonas A, B y C.

La zona A representada de color naranja, es la zona dedicada a la producción de modulares en melamínico, los cuales serán detallados en el siguiente punto.

La zona B, representada por color azul, es la zona dedicada a la producción de muebles y productos varios en madera sólida. Estos productos son realizados de manera artesanal.

La zona C, representada de color verde, es la zona de punto de atención al cliente.

### 1.2.5 Cartera de productos

FORMACTUAL tiene como finalidad el diseño, fabricación e instalación de muebles modulares en melamínico o madera sólida de: cocina, closets, baño, estaciones de trabajo, escritorios, ventanas, puertas en aglomerado de diferente variedad de colores, siendo su producto estrella los modulares de cocina en melamínico o madera.

El melamínico son placas recubiertas con papeles decorativos tratados con resinas melamínicas, esta barrera hace que el tablero sea resistente al vapor, humedad y frente a otros productos químicos, a su vez este material al ser fuerte y resistente soporta rayones. La melanina es amigable con el ambiente

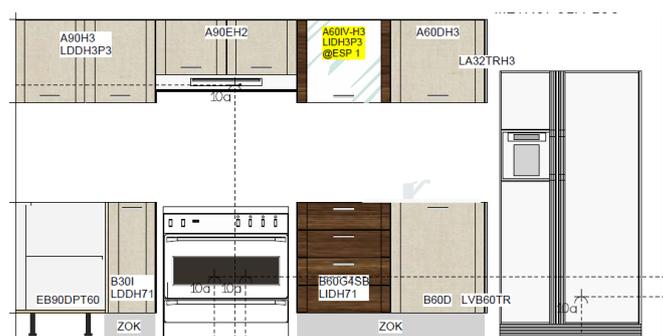
ya que alrededor del 50% de su composición viene de productos reciclados. Una de sus características principales de la melamina es que es aislante térmico y acústico, es resistente y su estructura es estable además del excelente comportamiento frente al fuego y la humedad. (Cartola, 2017).



*Figura 5.* Tableros melamínicos.

Tomado de (Cartola, 2017).

Para la realización de modulares de cocina se tiene un modelo estándar, a pesar de que cada modelo es diseñado de acuerdo a las especificaciones del cliente, por ejemplo, en un modelo estándar de cocina se tienen los módulos altos ya sean estos de 60 cm a 90 cm y módulos bajos 60 a 90 cm que al igual que los módulos altos pueden diferir su medida dependiendo del cliente, así mismo se realizan módulos cajoneros los cuales por lo general tienen cuatro cajones. En la siguiente figura se muestra una cocina en melamínico ejemplar:



*Figura 6.* Modelo de estándar de modular de cocina.

Tomado de planos de producción de (FORMACTUAL, 2018).

Antes de pasar a la producción el área de ventas se encarga del diseño de la cocina, para tomar notas de las peticiones del cliente y plasmarlo en un boceto, luego de la aprobación del diseño, este pasa al área de producción para

realizar los cálculos necesarios de materia prima (tableros en melamínico) y los materiales necesarios, como bisagras, tornillos, goma entre otros.

La empresa cuenta con tres proveedores principales de materia prima de los tableros en melamínico los cuales son: Playwood, Edimca y Masisa, los cuales realizan la entrega de tres a cinco días después del pedido realizado.

Una vez que llega la materia prima y los materiales necesarios comienza el proceso de producción; luego de terminado el producto es decir los módulos de cocina se procede a la instalación de los modulares, este proceso la empresa lo considera como un proceso externo. Ya instalados los módulos, entonces se hace la entrega al cliente. En la tabla 2 se demuestra los productos en melamínico.

Tabla 2.

*Cartera de productos.*

Producto	Imagen
Cocina en melamínico	
Clóset en melamínico	

Baño en melamínico	
Línea de puertas	

Adaptado del catálogo de la empresa (FORMACTUAL, 2018).

#### 1.2.6 Mercado

Nuestro país desde el año 2012 se ha visto afectado en el sector de la construcción, lo cual ha impactado a varias actividades que están en relación con ésta.

El Banco Central del Ecuador (BCE) presentó resultados el día 30 de junio del 2017 de los cuales indica que hubo una recuperación del 2,6% en la economía del país, pero el sector de la construcción cayó en un 7,3% en los permisos de la construcción, lo cual es señal de que no se puede salir de dicha crisis tan fácilmente. Según el presidente de la Federación de Cámaras de la Construcción del Ecuador, esta situación es evidenciada ya que existe un menor número de permisos para nuevos proyectos, se ha evidenciado una menor compra de viviendas, existen menores créditos del Banco del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (Biess) y hay una caída en la venta de materiales para la construcción. ("El sector de la construcción lleva 21 meses estancado", 2018)

Como se indicó en el punto 1.1 Introducción en la figura 1 y la caída de permisos de construcción durante el 2012 hasta el 2015 es del 64,01% afectando en gran medida la demanda de FORMACTUAL en estos últimos años.

### 1.3 Descripción del problema

La distribución de la empresa FORMACTUAL actualmente presenta problemas, ya que no se puede manejar con agilidad el inventario en proceso debido a una mala distribución de sus áreas, causando un limitante a la hora de realizar ordenes de producción en gran cantidad. Para el movimiento de inventario dentro de la empresa, se cuentan con 12 pallets y 2 montacargas manuales, los cuales abastecen solo para dos órdenes de producción. Por lo tanto, al dejar la materia prima en los pallets no se puede colocar con orden y clasificación, y al momento de pasar de un área a otra, los operarios deben clasificar las piezas para poder enviar al área correcta siguiendo su proceso, tomando parte del tiempo de operación para la realización del producto.

De todos los procesos que se realizan se ha detectado que el proceso de corte y ensamble de módulos son los que mayor tiempo toman. Del seguimiento de una orden de 1 metro lineal de modular de cocina, se obtuvo como resultado que entre los dos procesos se demora un total de 101,36 minutos, siendo el tiempo total de 209,36 lo cual representa el 48,41% del tiempo total del proceso de producción.

En el área de corte se les ha indicado a los operarios escribir los códigos de las piezas salientes, pero los operarios no las codifican adecuadamente, lo cual en los procesos posteriores causa retrasos, además de no tener trazabilidad de las piezas. Por otro lado, debido a esta libertad de operación los operarios no terminan el proceso de corte de todas las partes, por ejemplo, para la fabricación de modulares de cocinas, clósets y baños dejan en un estado de stand by las piezas que dan el acabado al mueble y los fustes de soporte, que son las que se adjuntan el módulo a la pared; y al momento de ensamblar o embalar, los operarios nuevamente realizan el proceso de corte solo por estas partes.

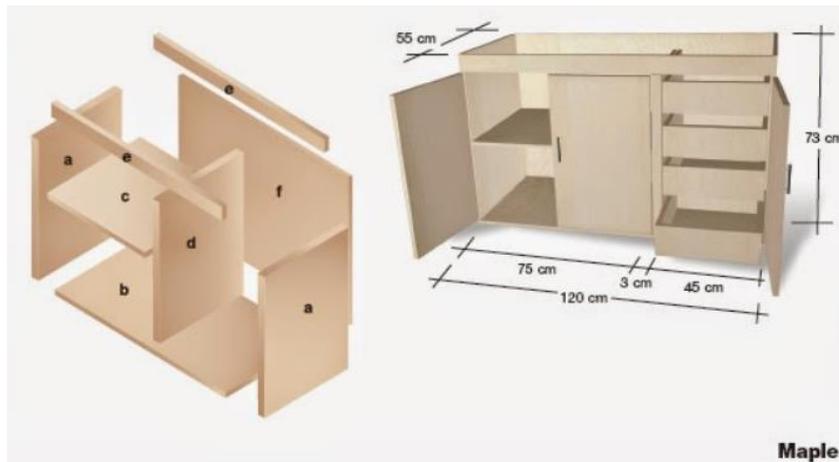


Figura 7. Plano explosión de modular alto de cocina.

Tomado de (Huasmi, 2011)

Tabla 3.

Tabla de partes de módulo

Letra	Partes del módulo
a	Laterales de módulo
b	Piso de módulo
c	Repisa
d	División central
e	Fustes de soporte
f	Fondo de módulo

Para finalizar, en el proceso se detectó que de un área a otra las piezas van incompletas y al momento de ensamblar o embalar se denota esta falencia, por ejemplo, de una orden de 6 puertas al momento de embalar se detectó que faltaba un marco completo, así mismo en una orden de 21 puertas se detectó que faltaban todos los tapa-marcos de dichas puertas. Dando como resultado la entrega incompleta de la orden al cliente final o incluso retrasos en la entrega de los productos.

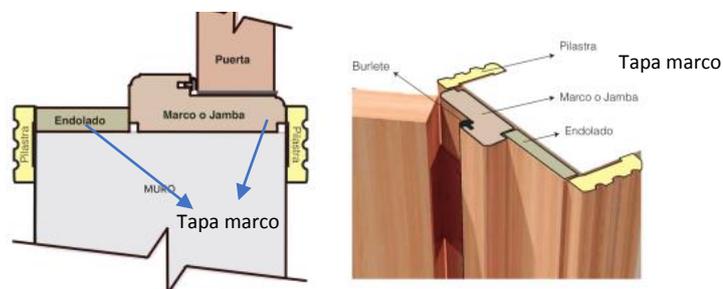


Figura 8. Partes de marco de una puerta.

Figura adaptada de (Equipo Plataforma Arquitectura, 2014)

#### 1.4 Justificación

Actualmente la empresa FORMACTUAL, no cuenta con una filosofía Lean en sus procesos, la cual ayuda a la optimización de los procesos, tiempos y mejora de la calidad. Según el jefe de producción, se realizó un estudio para la estandarización de operaciones, así como un estudio de trabajo, pero éste se llevó a cabo en el año 2014, cuando la empresa contaba con 30 operarios en planta.

La empresa presenta problemas con el tiempo de entrega de sus productos ya que existe reprocesos y desperdicios en sus procesos, por ejemplo, con respecto al desperdicio, en la producción de 13 metros lineales de modulares de cocina en melamínico se realizaron 146 laterales de cajones los cuales no eran necesarios, esto representa un tablero de melamínico de materia prima lo cual es un gasto, ya que para toda la producción de los trece metros de cocina se utilizan en total 23,53 tableros, además no se sabe si estos laterales para cajones se podrán reutilizar en otra orden, caso contrario estos son desechados.

Y con respecto al desperdicio de una orden de 10 cocinas para un conjunto, llegó un modular bajo, ya que éste estaba muy grande, por lo que se reprocesó hasta llegar a la medida adecuada.

Los datos mencionados anteriormente fueron observados en un periodo de 3 semanas, actualmente la empresa no cuenta con un histórico de entregas correctas versus entregas defectuosas u otro tipo de datos similares, por lo cual, al realizar un estudio para la obtención de los principales problemas dentro de la producción, estandarizarlos, mejorarlos y controlarlos beneficiará e incrementará ahorros a la empresa.

También es importante realizar un proyecto de mejora con todos los recursos que se cuentan actualmente (mano de obra y maquinaria), para asegurar una base sólida y cuando la empresa logre incrementar nuevamente sus ventas, esta no tenga ningún inconveniente al momento de responder a sus clientes.

#### 1.5 Alcance

El presente trabajo de titulación se realizará en la planta de producción FORMACTUAL, la cual se dedica a la fabricación de muebles en melamínico o

madera. De la cartera de productos, la propuesta de mejora se realizará en los muebles modulares en melamínico ya que como se explicó en el punto 1.2 Antecedentes de la empresa, ésta ha decidido enfocarse en el mercado de melamínico.

El estudio y desarrollo del proyecto estará enfocado a los muebles modulares de cocina, ya que a más de ser el producto estrella de la empresa, éste pasa por el 90% de los procesos que se manejan dentro de la empresa.

## 1.6 Objetivo de estudio

### 1.6.1 Objetivo General

Diseñar una propuesta de mejora del proceso productivo de modulares en melamínico de la empresa FORMACTUAL.

### 1.6.2 Objetivos Específicos

- Levantar información del proceso productivo actual de modulares de cocina en melamínico, mediante herramientas de diagnóstico.
- Determinar los problemas encontrados e identificar sus causas raíz.
- Diseñar la propuesta de mejora que ataquen las causas principales, mediante la aplicación de herramientas *lean* como: VSM, administración visual y trabajo estandarizado.
- Realizar una simulación del proceso productivo actual y mejorado con ayuda de FlexSim.
- Realizar el estudio costo beneficio de la propuesta.

## 2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Gestión por procesos

Según la ISO 9001-2015, dice que entender los procesos como un sistema que esta interrelacionado, apoya a la eficiencia y eficacia de la organización, obteniendo los resultados esperados, ya que este enfoque ayuda a la organización controlar estas interrelaciones, mejorando el desempeño global de la misma. (Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 9001-2015, 2015)

El desarrollo de un proceso describe esquemáticamente la secuencia de actividades las cuales deben seguir las personas. De acuerdo a lo que la organización establezca estas caracterizaciones incluyen diagramas de flujo.

### 2.1.1 Diagrama de flujo:

Cada actividad que se realiza se la puede expresar con mayor claridad y precisión mediante los diagramas de flujo, ya que se puede ilustrar un proceso de mejor manera. Por lo tanto, podemos decir que el diagrama de flujo es una representación gráfica apoyada en símbolos identificados los cuales son acompañados por una breve descripción.

Tipos de diagrama de flujo:

Diagrama enriquecido.

Diagrama de cadena de valor.

Diagramación estándar.

Flujograma analítico de procesos.

Diagrama funcional.

#### 2.1.1.1 Diagramación funcional.

Este consiste en una determinación secuencial de las actividades desde el principio hasta el final. Existen símbolos estándar los cuales facilitan a la diagramación.

Tabla 4. Simbología de flujograma.

SIMBOLO	SIGNIFICADO	INSTRUCCION
	Operación, actividad	Describir en forma concisa la acción o actividad.
	Decisión	Anotar la pregunta sobre la que se decidirá.
	Transporte	Indicar el proceso o actividad al cual se traslada.
	Documento Impreso	Anotar el nombre del documento que se genera.
	Inicio, Fin	Indica el inicio o fin de un proceso
	Conector	Indica traslado del proceso, numerar.
	Almacenamiento, Archivo	Anotar el nombre o lugar del archivo
	Demora, Espera	Anotar que espera
	Inspección, Control	Indicar que se revisa
	Sentido del flujo	Siempre se debe indicar el sentido
	Transmisión electrónica De datos	Indicar a dónde va

Tomada de (Agudelo & Escobar, 2010)



### 2.1.2 BPMN (Business Process Model and Notation)

La BPMN o traducido en español como una notación gráfica que describe la lógica de los pasos de un proceso de negocio.

Freund, Rucker y Hitpass en el manual de referencia y guía práctica BPMN 2.0, describen a BPM como la “disciplina de gestión por procesos de negocio y de mejora continua apoyada fuertemente por TI”

La BPM ayuda al levantamiento, el diseño, la medición, la documentación y el control de los procesos en una organización; todo esto con el fin de llegar a automatizar los procesos que se lleven a cabo o que se desean, teniendo indicadores para la mejora e innovación.

#### 2.1.2.1 Notación de BPMN

Así como un diagrama de flujos es descrito por símbolos la BPMN también es descrita por simbología, en la figura 5, se muestran los elementos

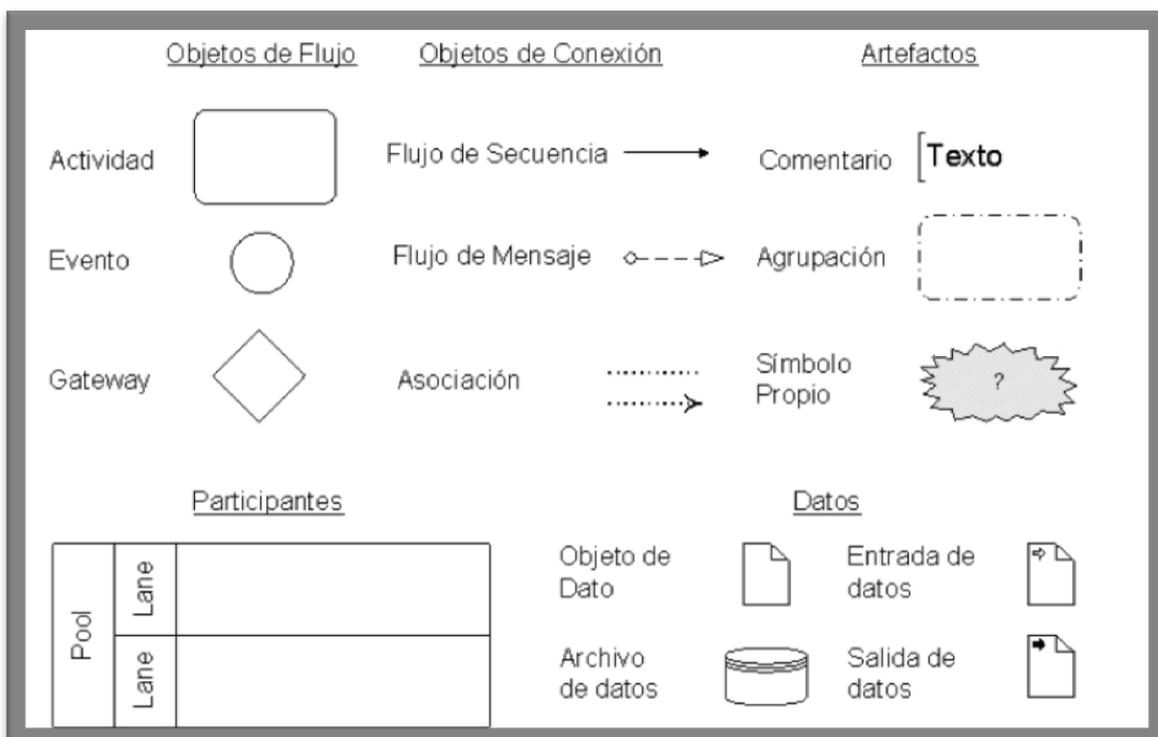


Figura 9. Elementos básicos de BPMN.

Tomado de (Freud Jakob, 2014)

Por medio del uso adecuado de esta simbología, se puede armar los procesos, subprocesos y tareas que se desean; formando también escenarios de dichos procesos.

## 2.2 Medición de tiempos

“Los estándares de tiempo establecidos con precisión hacen posible incrementar la eficiencia del equipo del personal y el personal operativo; los estándares mal establecidos, aunque es mejor tener que no tener estándares, generan costos altos, inconformidades del personal y posiblemente fallas de toda la empresa. Esto puede definir la diferencia entre el éxito y el fracaso de un negocio.” (Freivalds y Niebel, 2014, p. 307)

Mediante el estudio de tiempos se puede determinar el tiempo que un operario normal, calificado y entrenado, con herramientas apropiadas, trabajando a marcha normal y bajo condiciones ambientales normales, para desarrollar un trabajo y tarea. (Palacio, 2016, p. 243)

El estudio de tiempos tiene importancia ya que por medio de los parámetros obtenidos se puede:

- Cotizar un precio competitivo
- Realizar una oferta en la que se estime el tiempo y costo de manufactura
- Establecer programas de fabricación, disminuir los tiempos ociosos de máquinas y operarios
- Cumplir con las fechas de entrega de producto al cliente
- Planificar la llegada de las materias primas
- Realizar mantenimiento de equipos, instalaciones mantener el orden y aseo de la planta.
- Pronosticar las necesidades de equipo y mano de obra es decir el tiempo que se necesitará para realizar un pedido de producción.

Los objetivos de la medición de tiempos según Palacios en su libro “Ingeniería de métodos: Movimientos y tiempos” nos dice que son:

- Medir el rendimiento de las máquinas y los operarios.
- Determinar la carga apropiada para las máquinas y las personas.
- Establecer el ciclo de producción para cumplir las fechas de entrega al cliente.

- Establecer las bases para una equitativa remuneración.
- Servir de base para determinar el costo de manufactura.
- Planear las necesidades de equipo, mano de obra y materias primas.

Palacios en su libro "Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos," (2016, pp. 261-264) nos indica ciertos factores del estudio de movimientos de los cuales son:

1. Seleccionar el operario.
2. Analizar los distintos factores que intervienen en el proceso.
3. Puestos de trabajo.
4. Observar las condiciones ambientales.
5. Dividir la operación en elementos uniformes, identificables y medibles.
6. Tomar y registrar los tiempos.
7. Calcular el número de ciclos a cronometrar.

Equipos para el estudio de tiempo.

En el estudio de tiempos se deben tener los siguientes equipos para poder realizar un seguimiento adecuado:

- Cronómetro.
- Cámaras de video.
- Tablero de estudios de tiempo.

### 2.2.1 Tiempo de ritmo (takt time)

El takt time es la frecuencia en la cual un producto acaba abandonar la línea de producción. (Sánchez, 2009)

Entonces podemos decir que takt time, es aquel que marca el ritmo de la producción, éste señala la velocidad con la que la empresa fabrica un producto.

Las ventas marcan el ritmo en el que debe ir la producción y a eso se lo conoce como el takt time. Esto me da una idea de la velocidad a la cual se debería producir idealmente un producto o servicio para evitar sobreproducción. Mediante el takt también se podrá obtener el número de operarios en la línea, la frecuencia de alimentación de la línea y el número de componentes de proveedor consumidos.

Entonces el takt time se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ disponible}{Demanda}$$

#### *Ecuación 1.*Takt Time

Tomado de (Sánchez, 2009)

Donde el tiempo disponible es medido en minutos, pero si se tiene un número elevado de volumen se calcula en segundos.

El takt time trae consigo ciertos beneficios:

Se tiene una producción nivelada ya que su ritmo es estable.

No hay exceso de producción.

En cada proceso se tiene un número adecuado de operarios.

Se tendrá más disponibilidad en planificar otras actividades en la producción.

Se reducirán los transportes adicionales.

Se tendrá un control de stock del producto en curso.

#### 2.2.2 Tiempo de ciclo

Es aquel tiempo medido en unidad de segundo, el cual inicia cuando un producto o pieza entra a la estación, hasta que la misma ha salido para el siguiente proceso, el tiempo de ciclo puede ser medido con cronómetro.

#### 2.2.3 Tiempo normal y tiempo estándar

2.2.3.1 El tiempo normal se describe en la siguiente fórmula:

$$T.N = T.O \text{ (Factor de valoración)}$$

#### *Ecuación 2.*Tiempo Normal

Tomado de (Sánchez, 2009)

Dónde: T.N: Tiempo normal

T.O: Tiempo observado promedio

El factor de valoración se puede obtener por medio del sistema de valoración Westinghouse, que se resume en la siguiente tabla:

Tabla 6.

Sistema de valoración Westinghouse.

**SISTEMA DE VALORACIÓN WESTINGHOUSE:**

HABILIDAD			ESFUERZO			CONDICIONES			CONSISTENCIA		
+0.15	A1	Habilísimo	+0.13	A1	Excesivo	+0.06	A	Ideales	+0.04	A	Perfecta
+0.13	A2	Habilísimo	+0.12	A2	Excesivo	+0.04	B	Excelentes	+0.03	B	Excelente
+0.11	B1	Excelente	+0.10	B1	Excelente	+0.02	C	Buenas	+0.01	C	Buena
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente	0.00	D	Medias	0.00	D	Media
+0.06	C1	Bueno	+0.05	C1	Bueno	-0.03	E	Regulares	-0.02	E	Regular
+0.03	C2	Bueno	+0.02	C2	Bueno	-0.07	F	Malas	-0.04	F	Mala
0.00	D	Medio	0.00	D	Medio						
-0.05	E1	Regular	-0.04	E1	Regular						
-0.10	E2	Regular	-0.08	E2	Regular						
-0.16	F1	Malo	-0.12	F1	Malo						
-0.22	F2	Malo	-0.17	F2	Malo						

SE HAN HABILITADO EQUIVALENTES ALGEBRAICOS PARA CADA UNO DE LOS GRADOS O NIVELES DE LOS FACTORES

Tomado de (Moori, sf)

Una vez calificado los parámetros del sistema de valoración, éstos deben ser sumados algebraicamente y ser añadido una unidad; por ejemplo, si la suma algebraica dio como resultado +0.06, el factor de actuación será de +1.06

### 2.2.3.2 Tiempo Estándar.

El tiempo estándar o también conocido como tiempo tipo se representa en la siguiente ecuación:

$$T.S = T.N + \text{tiempos suplementarios}$$

Ecuación 3. Tiempo Estándar

Tomado de (Sánchez, 2009)

Dónde: T.S: Tiempo estándar

T.N: Tiempo normal

Los tiempos suplementarios se pueden extraer del análisis siguiente tabla:

Tabla 7.

*Suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos normales.*

Instituto de Administración Científica de las Empresas Curso de "Técnicas de organización" Ejemplo de un sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos normales.			
1. Suplementos constantes		Hombres	Mujeres
Suplementos por necesidades personales		5	7
Suplementos base por fatiga		4	4
2. Suplementos variables		Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie		2	4
B. Suplemento por postura anormal			
Ligeramente incómoda		0	1
Incómoda (inclinado)		2	3
Muy incómoda (echado, estirado)		7	7
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar)			
Peso levantado por kilogramo			
2.5		0	1
5		1	2
7.5		2	3
10		3	4
12.5		4	6
15		5	8
17.5		7	10
20		9	13
22.5		11	16
25		13	20 (máx)
30		17	—
33.5		22	—
D. Mala iluminación			
Ligeramente por debajo de la potencia calculada		0	0
Bastante por debajo		2	2
Absolutamente insuficiente		5	5
E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)			
Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de - Suplemento			
Kata (milicalorías/cm <sup>2</sup> /segundo)			
16		0	
14		0	
12		0	
10		3	
8		10	
6		21	
5		31	
4		45	
3		64	
2		100	
F. Concentración intensa		Hombres	Mujeres
Trabajos de cierta precisión		0	0
Trabajos de precisión o fatigosos		2	2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos		5	5
G. Ruido.			
Continuo		0	0
Intermitente y fuerte		2	2
Intermitente y muy fuerte		5	5
Estriidente y fuerte			
H. Tensión mental			
Proceso bastante complejo		1	1
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos		4	4
Muy complejo		8	8
I. Monotonía			
Trabajo algo monótono		0	0
Trabajo bastante monótono		1	1
Trabajo muy monótono		4	4
J. Tedio			
Trabajo algo aburrido		0	0
Trabajo aburrido		2	1
Trabajo muy aburrido		5	2

Tomado de (García, 2005)

Donde los suplementos por descanso están expresados en porcentaje por ende se usará la siguiente fórmula para la obtención del tiempo estándar:

$$T.S = T.N(1 + tolerancia)$$

#### Ecuación 4. Tiempo Estándar

Tomado de (García,2005, p.244)

#### 2.2.4 Número teórico de operarios necesario

El número teórico de operarios es el número de operarios que se necesitan para realizar un producto o servicio, se lo puede calcular de la siguiente manera

$$\text{Número teórico de operarios necesario} = \frac{\text{Tiempo de ciclo}}{\text{Takt time}}$$

*Ecuación 5.* Número teórico de operarios.

Tomado de (García,2005, p.244)

### 2.2.5 Productividad.

Una empresa es productiva cuando a la transformación de bienes y servicios lo hace de manera eficaz añadiendo valor al bien o servicio.

La productividad es el cociente de los outputs es decir la producción y los inputs es decir los factores productivos como: recursos, capital. (Heizer & Render, 2015).

Por lo tanto, la productividad nos indica si una empresa está produciendo más bienes y/o servicios con menos entradas. “La productividad se puede mejorar de dos formas: reduciendo los factores productivos mientras la producción queda constante, o aumentando la producción mientras los factores productivos permanecen iguales.” (Heizer y Redel,2015, p.42)

El mejorar la productividad quiere decir mejorar también la eficiencia y la eficacia quiere decir, realizar bien el trabajo utilizando lo menos posible de recursos y desechando lo menos posible de desperdicios.

A continuación, se indica la fórmula de productividad de un solo factor.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Cantidad de factor utilizado (input)}}$$

*Ecuación 6.* Productividad de un solo factor.

Tomado de (Heizer y Redel,2015, p.42)

## 2.3 Manufactura Esbelta

*Lean Manufacturing* como Rajadell y Sánchez lo traducen en su libro “*Lean Manufacturing*, la evidencia de una necesidad,” es producción ajustada, que consiste en eliminar todas aquellas acciones y tiempos que no agregan valor al producto, de las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. Esta eliminación se hace por medio de mejoras en el sistema de producción mediante la aplicación de herramientas como: 5S’s, *Kanban*, *Kaizen*, TPM, SMED, *Jidoka*,

entre otras que entran en la colección de las herramientas *Lean*. (Rajadell Carreras & Sánchez García, 2009)

### 2.3.1 Los nueve desperdicios

Existen ciertas limitantes para la productividad, Succonini en su libro “Certificación *Lean Six Sigma Yellow Belt* para la excelencia en los negocios,” nos da las 3M’s Muri que significa sobrecarga, Mura que significa variabilidad y Muda que significa desperdicio.

Sobrecarga o Muri: se da cuando se exige ya sea a las personas o la maquinaria que produzcan más allá de sus límites naturales o capacidades.

Desperdicio o Muda, de esta se derivan en las siguientes:

- Muda de sobreproducción
- Muda de sobre-inventario
- Muda de productos defectuosos
- Muda de movimientos
- Muda de procesamiento
- Muda de espera
- Muda de transporte
- Energía
- Talento sin acción
- Contaminación

### 2.3.2 Herramienta Mapa de Valor VSM (Value Stream Mapping)

El mapa de la cadena de valor como lo describen Juan Hernández y Antonio Vizán (2013, pp. 90-93) es un modelo gráfico en el que se representa la cadena de valor, en este se demuestra tanto el flujo de materiales como el flujo de información desde el proveedor hasta el cliente.

En el mapa de valor se debe plasmar de una manera entendible todas las actividades del proceso, para poder identificar aquellas actividades que no agregan valor al negocio/ producto y poder así tratar de eliminarlas.

Esta herramienta ayuda a visualizar de manera gráfica los procesos, los flujos de materiales en cada proceso y la información necesaria en cada proceso.

Se debe tomar en cuenta que el mapa de valor, se lo elabora por cada familia de productos, los datos expuestos en la gráfica deben ser verídicos y se los obtendrá en el lugar de producción. Este mapa ayuda a verificar cuanto material realmente necesitamos en nuestro proceso y que información es necesaria para realizar el producto. Se puede decir que es un indicador potencial de mejoras. En la figura 10, se muestra un ejemplo del mapeo de la cadena de valor.

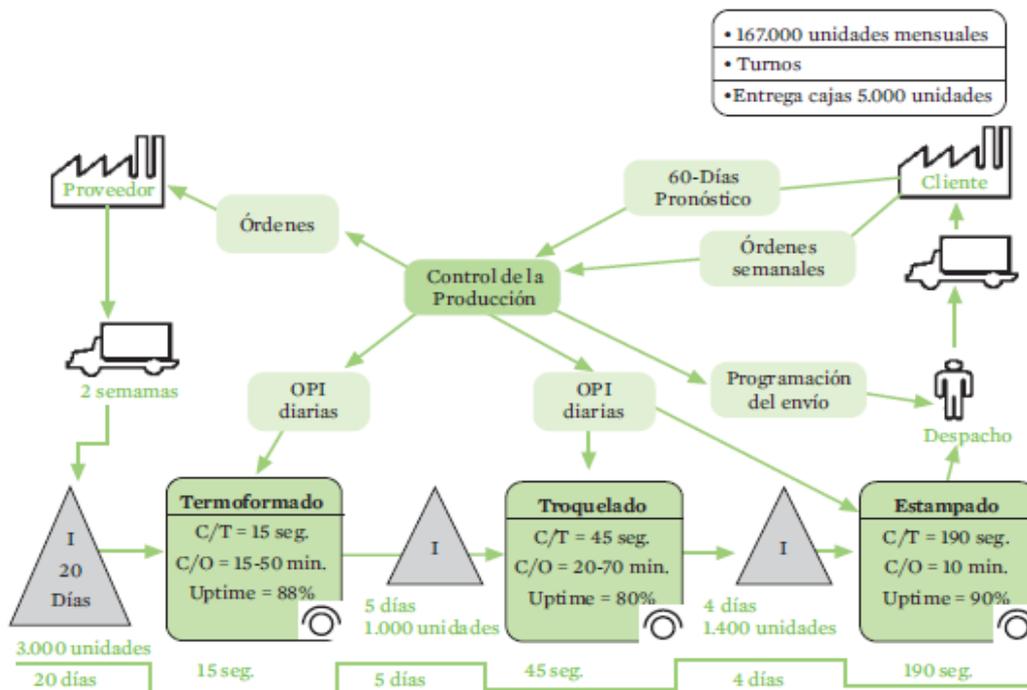


Figura 10. Ejemplo de mapa de flujo de valor.

Tomado de (Hernández & Vizán, 2013)

### 2.3.2.1 Simbología para el VSM

“Un símbolo es una imagen que representa una idea, que compendia una verdad universal” (Sánchez, 2009, P. 40)

Para poder realizar un VSM, se dispone de un sistema formal de símbolos los cuales se representan en un papel todos los procesos que existen en un sistema productivo.

Socconini (2014. p.200) nos dice que, se tienen símbolos de flujos de materiales, flujo de información:

- En el flujo de materiales, se reflejan los movimientos de material o servicios a través de la fábrica.
- El flujo de información, indica a cada proceso lo que debe producir o hacer en el siguiente paso.

El flujo de información y el flujo de material son considerados importantes en la producción *Lean*.

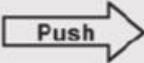
Símbolos del Flujo de Materiales	 Operación de Valor Añadido	 Operación de Control	 1000 piezas 1.3 días Material Parado	 Movimiento de Materiales Empujado
 Movimiento de Material Tirado	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">             T/C: 65 seg.              C/S: 400 seg.              2 Turnos              OEE: 60%           </div> Datos de Proceso	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">             máx. 30 Piezas              —FIFO—           </div> Flujo de Materiales en Secuencia	 Localizaciones Externas	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">             Viernes &amp; Miércoles           </div>  Transporte por Camión	 Transporte Interno	 Supermercado		

Figura 11. Símbolos de flujos de materiales.

Tomado de (Hernández & Vizán, 2013)

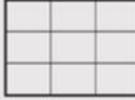
Símbolos del Flujo de Información	 Flujo de Información Manual	 Flujo de Información Electrónico	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">             Plano Diario           </div> Plan de Producción	 Caja de Nivelado
 Kanban de Lote de Producción	 Kanban de Movimiento	 Kanban de Producción	 Movimiento de Kanban en Lote	
 Secuenciador	 Ajustes "Informales" del Plan de Producción			

Figura 12. Símbolos de flujos de Información.

Tomado de (Hernández & Vizán, 2013)

Socconini en su libro “Certificación *Lean Six Sigma Yellow Belt* para la excelencia de los negocios” (2014, pp. 198,199) nos indica dos etapas para el proceso del mapa de la cadena de valor las cuales están detalladas a continuación.

- Establecer familias.

Primero se debe enlistar los productos o servicios, después se debe marcar los pasos por los que el producto o servicio pasa, luego se agrupan los productos o servicios por afinidad que estos tengan con sus pasos del proceso.

Tabla 8.

*Ejemplo de relación de los productos en familias.*

		Pasos del ensamblado y los equipos							
		1	2	3	4	5	6	7	8
PRODUCTOS	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

Tomado de (Socconini, 2014)

- Realiza mapa actual

Primero se debe recolectar los datos de cada paso del proceso de transformación del producto o servicio, una vez con los datos se traza el mapa luego se calcula el tiempo de valor agregado y se identifica los desperdicios.

### 2.3.3 Sistema de control de producción *Kanban*

El sistema de control *Kanban* utiliza un dispositivo de señalización para regular flujos de justo a tiempo. *Kanban* en español significa “tarjeta de instrucción.” Este sistema de control se lo puede utilizar con papel y en vez de ello se puede utilizar contenedores y estos contenedores o tarjetas es lo que construye el sistema de demanda *Kanban*. (Chase, Jacobs y Aquilano, 20014, p. 409)

El *Kanban* está inspirado en la manera en la que trabajan los supermercados y las tarjetas *Kanban* los billetes que mandan una señal a los proveedores de los materiales, dichas tarjetas contienen la identificación del artículo, controla el flujo de artículos y registra los resultados. (Socconini, 2014, pp. 278-281)

Entonces se puede decir que *Kanban* es un sistema de información que permite controlar armónicamente por métodos visuales la producción de los artículos necesarios, así como el flujo de la información con las cantidades correctas y en el momento correcto.

Los tipos de *Kanban* son:

*Kanban* de retirada: Especifica la clase y cantidad de producto que en un proceso se debe retirar del proceso anterior.

*Kanban* de producción: Especifica la clase y cantidad que se debe producir de un proceso.

*Kanban* de ensamble: En este se indica lo que se debe hacer, en cuanto tiempo y en qué cantidad. (Socconini, 2014, pp. 278-281)

Al momento de implementar *Kanban* se debe determinar el número necesario de *Kanban* (tarjetas o contenedores). La cantidad de contenedores de material que fluye hacia adelante y hacia atrás entre proveedores o las áreas de usuarios son representadas mediante las tarjetas *Kanban*. Entonces los contenedores controlan cuanto se necesita de inventario de trabajo en proceso en el sistema.

Socconini nos indica la fórmula para calcular la cantidad de piezas por *Kanban* es:

$$\text{Piezas por kanban} = D * TE * U * (1 + \%VD)$$

*Ecuación 7. Piezas por Kanban.*

Tomado de (Socconini, 2014)

Donde:

D= Demanda semanal. (La demanda mensual se multiplica por 12 y se divide entre el número de semanas laborales o 52)

TE= Tiempo de entrega, en semanas, que tiene el proveedor interno o externo e incluye.

Para productos comprados: Tiempo de generar la orden+ Tiempo de entrega del proveedor+ Tiempo de transporte+ Tiempo de recepción, inspección y stock.

Para productos manufacturados: Tiempo para generar la orden de trabajo+ Tiempo total de procesamiento+ Tiempo de recepción e inspección.

U= Número de ubicaciones. Se recomienda empezar con dos ubicaciones, la una con el proveedor y la otra ubicación en el área de manufactura.

%VD= Nivel de variación de la demanda. Es la desviación estándar de la demanda del periodo dividida entre el promedio de la demanda del mismo periodo.

#### 2.3.4 Las 5'Ss.

Las 5'Ss es una técnica para mejorar la limpieza, organización y utilización de las áreas de trabajo, que a la par ayuda a incrementar el aprovechamiento del tiempo.

Las 5'Ss que está descritas a continuación están también en el orden a implementar:

Seiri: Seleccionar, es retirar todos los artículos que no son necesarios en el área de trabajo.

Seiton: Organizar, es ordenar todos los artículos necesarios para realizar el trabajo, estableciendo un lugar específico para cada cosa.

Seiso: Limpiar, es eliminar la suciedad.

Seiketsu: Estandarizar, es lograr que los procedimientos y actividades se ejecuten conscientemente.

Shitsuke: Seguimiento, es hacer que las 4's anteriores se vuelva un hábito.



Figura 13. Las 5S's.

Tomado de (Socconini, 2014)

Las 5'Ss son implementadas para crear trabajos productivos, mejorar la satisfacción del personal, para encontrar cualquier cosa en menos de 30 segundos y para desarrollar una atmósfera de trabajo más amigable. (Socconini, 2014, pp. 122-124)

### 2.3.5 OEE

Efectividad total del equipo

La "OEE" o en español "ETE," es uno de los indicadores con el cual se puede obtener disponibilidad, capacidad y calidad todos estos reflejados en porcentaje, para la obtención de estos parámetros se debe tener previo una medición de los tiempos ya que se considerarán: tiempos muertos, pérdidas de velocidad y tiempos de paros planificados.

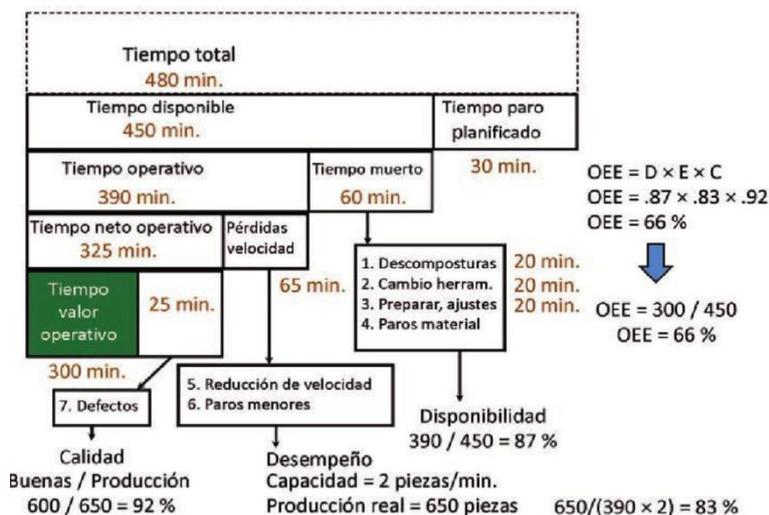


Figura 14. Ejemplo de cálculo del OEE.

Tomado de (Socconini, 2014)

### 2.3.6 Administración visual

La administración visual también conocida como fábrica visual o gestión visual, es un concepto que nace de la manufactura esbelta. El objetivo de ésta es presentar información crítica e importante justo donde es necesaria.

La administración visual da un apoyo importante a otras de las herramientas *lean* como son: 5'Ss, Trabajo estándar, SMED, TPM y *Kanban*; dando como resultado el aseguramiento de visibilidad de mejoras.

Según la revista Brady (2012), nos menciona algunos de los beneficios de la administración visual:

- Menos desperdicios y déficit de información: en ésta hace mención que no es nada raro que el 50% o más, de las actividades realizadas en una planta de producción, sea considerado desperdicio; esto debido al déficit de información. Por esta razón se considera a la información como una parte crítica en los procesos y se la debe colocar en un entorno físico.
- Mayor adquisición de conocimiento: La principal razón por la cual las empresas alrededor del mundo han implementado la administración visual se debe a que la tendencia del ser humano es aprender a través de la vista. Este tipo de administración ayuda a que el empleado realice las actividades a tiempo, con menos errores y menos estrés.
- Ganancia en productividad: Reduciendo los tiempos de desperdicio por búsqueda de la información, errores en la actividad. Esto ayudará a ahorrar tiempo en los procesos, lo cual quiere decir que se ahorrará dinero y por ende serán más productivos.

#### 2.3.6.1 Tipos de visuales

Un visual debe ser entendido de inmediato, éste puede ser desde una línea hasta secciones marcadas con cintas.

- Señalamientos etiquetas y tarjetas.
- Carteles, gráficas y lecciones rápidas.
- Pancartas y carteles.
- Exhibiciones visuales.

### 2.3.7 Trabajo estandarizado

La estandarización del trabajo es uno de los cimientos principales de *Lean Manufacturing*. Según Hernández y Vizán en su libro "*Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implementación*" en la página 45 definen "Los estándares son descripciones escritas y gráficas que nos ayudan a comprender las técnicas y técnicas más eficaces y fiables de una fábrica y nos proveen de los conocimientos precisos sobre personas máquinas, materiales, métodos, mediciones e información, con el objeto de hacer productos de calidad de modo fiable, seguro, barato y rápidamente."

Existen varias consecuencias negativas que se presentan cuando una empresa no realiza un trabajo estandarizado, Gonzáles en la Revista "Panorama Administrativo" en la página 102 nos describe las siguientes:

- Se producen diferentes defectos por cada uno de los miembros.
- Se dificulta conocer la causa de las fallas de la operación.
- La mejora de la operación se hace problemática dado que cada quien realiza la operación a su forma de pensar.
- Se realizan actos inseguros por cada uno de los miembros.
- Se dificulta la capacitación y el entrenamiento del personal.
- Se generan retrasos entre operaciones que se reflejan en el incumplimiento de las entregas de la producción al siguiente proceso.
- Se incrementa los costos por daños en el producto por malas prácticas en la operación (González, 2007)

Podemos observar que las consecuencias de no realizar un trabajo estandarizado son negativas, llevando a conclusiones no favorables para la empresa como lo son: la disminución de la calidad, costos altos, incumplimiento de entregas a tiempo hacia los clientes e inseguridad. Pero estos pueden ser mejorados por medio de la estandarización de los procesos, actividades y/o tareas.

#### 2.3.7.1 Características de la estandarización.

- Los mejores métodos deben ser descritos de un manera simple y clara.
- Analizar métodos, técnicas y herramientas que se apliquen a la producción de la empresa para aplicarlas.

- Garantizar su cumplimiento.
- Siempre considerar mejoras.

2.3.7.2 La estandarización para la gestión de control de la producción es:

- Seguimiento de trabajo y órdenes de producción (programas diarios de producción)
- Seguimiento de averías e interrupciones de máquina.
- Paneles de información visual de planificación.
- Progreso de los procesos y estado de la planta. (Hernández y Vizán,2013, p.47)

2.3.7.3 HTE, hojas de trabajo estandarizado (SOS por sus siglas en inglés)

Las hojas de trabajo estandarizado es un documento en el cual se reflejan a detalle: las actividades cíclicas de un proceso, el cómo realizar el trabajo y el tiempo en el que se debe demorar para realizar cada actividad. Permitiendo a su vez realizar un estudio de tiempos más organizado.

Lo relevante de estas hojas es que debe ser visible hacia el operario.

2.3.7.4 HET, hoja de elemento de trabajo.

En esta hoja de elemento de trabajo se tiene más a detalle las actividades de las operaciones, ya que se explican paso a paso como realizar cada actividad y por qué se debe realizar.

2.3.7.5 Método de los 4 pasos:

Este método es esencial a la hora de enseñar, desarrollar el talento dentro de la empresa, ya que por medio del mismo se explica cómo paso por paso se debe guiar al operario a realizar una operación o actividad.

A continuación, se describirán los pasos a seguir para la realización de dicho método:

- El maestro enseña al alumno:
  1. El maestro hace la actividad sin hablar.
  2. El maestro hace la actividad y enuncia los pasos.
  3. El maestro hace la actividad, enunciando los pasos y explicando los puntos importantes.

4. El maestro hace la actividad, enunciando los pasos, explicando los puntos importantes y, además, las razones de los puntos importantes.
- El alumno demuestra al maestro.
    1. El alumno lleva a cabo los 4 pasos frente al maestro mientras éste lo guía en la correcta consecución del trabajo.
    2. Después, el alumno debe llevar a cabo cierta cantidad de ciclos para asegurar que ha desarrollado la capacidad de repetirlo sin problemas.

#### 2.3.8 Justo a tiempo (*Just In Time*)

El justo a tiempo es realizar lo que se necesita, en el momento que se necesita y no más. Si la cantidad excede al mínimo requerido es considerado desperdicio, ya que para producir ese excedente se necesita de tiempo, material y esfuerzo extra.

Este tipo de producción se lo aplica cuando se van a realizar productos iguales o similares y que no se los harán repetidamente, o que no tenga una demanda muy alta.

El objetivo de este tipo de producción es que el inventario en espera llegue a cero, lo que ayuda a reducir la inversión de inventario y minimizar los tiempos de entrega. Cuando se tienen bajos los niveles de inventario es cuando más se puede apreciar los problemas y eso es lo que hace también el justo a tiempo.

#### 2.4 Mejoramiento continuo (*Kaizen*)

En los años 1940 es cuando el concepto de mejora continua sale a flote, siendo sus autores Shewart y luego se ve reflejado en el ciclo de Deming, este ciclo de mejoramiento es conocido como PHVA (planificar, hacer, verificar y actuar). Siguiendo en el tiempo y añadiendo mejores prácticas a este concepto se completaron teorías de Harrington, Goldratt y Falconi quién fu padre del gerenciamiento de la rutina para la gestión de los procesos como parte fundamental de la calidad, haciendo uso del ciclo de Deming.

Para que Deming realice el ciclo PHVA, se dio cuenta que se debe alcanzar y exceder las expectativas y requerimientos de los clientes y esto se puede llevar a cabo mediante una comunicación continua con los clientes, asociados y colaboradores.

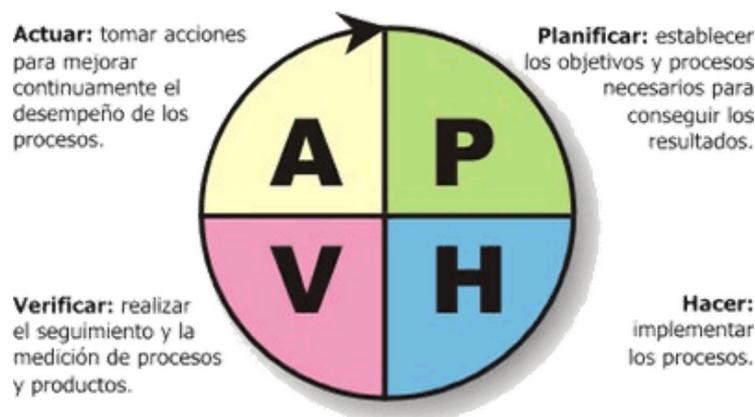
Entonces ¿qué significa PHVA?

**Planificar:** En esta fase se determinan las metas y objetivos de la organización, también se piensa en mecanismos para lograr dichos objetivos.

**Hacer:** En esta parte se debe considerar a todas las personas que están dentro del plan, para así capacitarles y educarles, tomando en cuenta cada potencial de las personas. También se pone en práctica las acciones que llevan a satisfacer al cliente viendo oportunidades de mejora.

**Verificar:** En esta fase se refiere a medir, controlar que el plan se esté llevando a cabo y que tan satisfactorio es y en caso de ser necesario se replantea un nuevo objetivo con los ajustes adecuados.

**Actuar:** Quiere decir cuando las acciones son puestas en marcha, aplicadas para ejecutar el cambio.



*Figura 15.* Círculo de Deming.

Tomado de (Admin, 2014).

Aldana Luz en su libro “Administración por la calidad” (Vega, Álvares y Bernal, 2011) nos dice que debemos tener presente cuatro puntos importantes para el ciclo de mejoramiento continuo, los cuales son:

1. ¿Qué se va a conseguir? ¿Con qué datos se cuenta?
2. Desarrollar el cambio que se va a hacer, recomendable en pequeña escala.
3. Observar los efectos de cambio.
4. Estudiar los resultados.

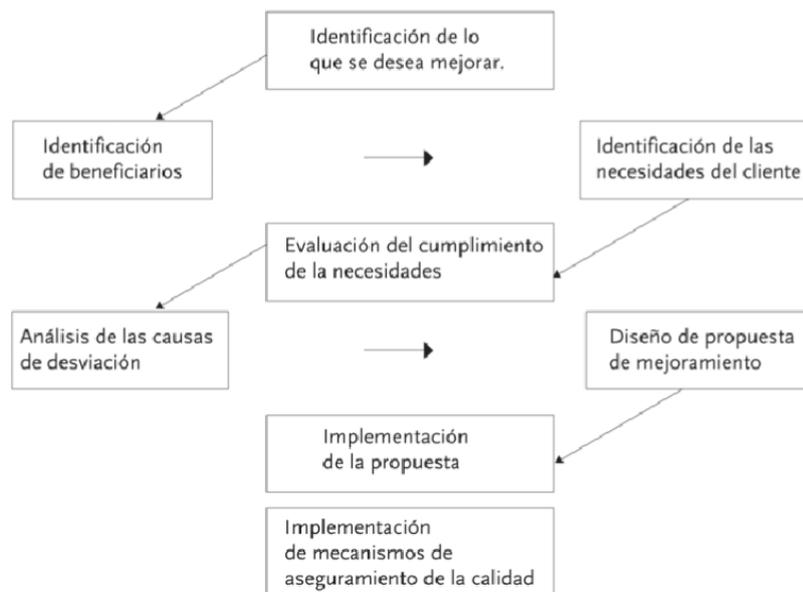
La eficiencia y efectividad de las empresas se mejoran mediante los procesos de mejora, estos mejoramientos pueden ser gradual o radical.

El mejoramiento gradual: Se enfoca en la gerencia de la calidad total.

El mejoramiento radical: Se apoya en la reingeniería de procesos, en el cual se reinventan los procesos a partir de cero. (Vega, Álvarez y Bernal, 2011, p 172)

Las empresas más competitivas son aquellas que demoran menos tiempo al dar una respuesta en al mercado, por ende, el mejoramiento buscar perfeccionar la calidad y el tiempo en el producto y producción. Ayudando a que los procesos sean flexibles ante cualquier situación y conseguir ajustarse a los deseos de los consumidores.

A continuación, en la figura 16, se presenta un modelo en el cual detalla como la mejora puede asegurar la calidad.



*Figura 16.* Modelo de mejoramiento continuo.

Tomado de (Vega, Álvarez y Bernal, 2011)

Se describirán las etapas para realizar la mejora:

Etaapa 1. Identificación de lo que se va a mejorar:

En esta etapa se prioriza lo que se va a mejorar, teniendo en cuenta la satisfacción y el impacto social, económico de una propuesta.

#### Etapa 2. Identificación de beneficios:

Se identificarán los clientes que realizarán las actividades del proceso que se desea mejorar.

#### Etapa 3. Identificación de las necesidades del cliente:

Se deberá tener en cuenta las necesidades, deseos y expectativas de las personas que se afectarán con esta decisión de mejora.

#### Etapa 4. Evaluación del cumplimiento de las necesidades:

En esta etapa se realiza encuestas, entrevistas entre otros instrumentos de esta índole para evaluar si se han cumplido las necesidades.

#### Etapa 5. Análisis de las causas de desviación:

Al saber las respuestas de los clientes, se utilizan herramientas administrativas, de estadística para conocer por qué “las causas” los clientes no están satisfechos.

#### Etapa 6. Diseño de la propuesta de mejoramiento:

Teniendo los resultados del porque nuestros clientes no están satisfechos, entonces se definen las acciones necesarias para eliminar estas causas y también nivelar la calidad a los requerido.

#### Etapa 7: Implementación de propuesta:

En esta fase se ejecuta las accione para lograr los niveles óptimos de calidad.

#### Etapa 8. Implementación de mecanismos de aseguramiento de la calidad:

Al desarrollar las mejoras se trata de buscar mecanismos los cuales ayuden a sostener esta mejora en el tiempo, uno de los mecanismos más usados son las auditorías y es lo que se realiza en esta etapa, esto con el enfoque de revenir antes que corregir.

## 2.5 Herramientas de diagnóstico

### 2.5.1 Los cinco porqués.

Muchas veces pensamos que hemos solucionado el problema, pero por alguna razón, éste vuelve a surgir; debido a que muchas veces atacamos los síntomas mas no la causa raíz del problema.

Para reducir esta repetitividad del problema es necesario atacar directamente a la causa raíz del problema, pero hay que definir cuál es la causa raíz. La técnica de solución de problemas ayuda a esta definición.

Los cinco porqués es una técnica creada por Sakichi Toyoda, quien era uno de los fabricantes en la empresa "Toyota," Sakichi usaba esta metodología como una herramienta masiva en la producción. La herramienta consiste en la exploración del problema por medio de Causa-Efecto, repitiendo 5 veces la pregunta "¿Por qué?"

Pasos para aplicar:

Paso1. Se debe definir el problema que se quiere solucionar.

Paso 2. Preguntamos sucesivamente pregunta "¿Por qué?" Existen casos que un problema tendrá menos de cinco "¿Por qué?" y así mismo habrá casos que tendrá más de cinco "¿Por qué?" pero si se va alargando es necesario

que en  
pudimos

	PROBLEMA	CONTRAMEDIDA
Por qué?	Hay aceite derramado en el piso del taller	Limpiar el aceite
Por qué?	Porque una máquina tiene una fuga de aceite	Revisar y ajustar
Por qué?	Porque un empaque se desgastó	Reemplazar el empaque
Por qué?	Porque se compraron empaques de baja calidad	Cambiar las especificaciones de los empaques
Por qué?	Porque obtuvimos un buen trato (precio) por los empaques	Cambiar las políticas de compras
Por qué?	Porque el comprador decidió ahorrar en costos a corto plazo	Generar políticas de ahorro que pueden usar los compradores

CAUSA REAL DEL PROBLEMA

detenerse ya  
algún punto nos  
haber desviado.

Figura 17. Los 5 por qué's.

Tomado de (Spcgroup, sf).

Tabla 9.

*Tabla de fortalezas vs debilidades de los 5 por qué's*

Fortalezas	Debilidades
Es una herramienta sumamente útil para encontrar la causa raíz de algún problema.	Se puede tener varios resultados dependiendo de la persona que la aplique.
Es una técnica sencilla y muy práctica al momento de realizarla.	Muchas veces los gerentes la burocratizan y eso la vuelve en una herramienta engorrosa.
Esta herramienta ayuda a eliminar cualquier supuesto.	

### 2.5.2 Diagrama de pescado (Ishikawa)

El diagrama de pescado o también conocido como diagrama causa- efecto o diagrama de Ishikawa, fue desarrollado por Ishikawa en la década de 1950 mientras realizaba un proyecto de control de calidad para Kawasaki Steel Company.

En la ejecución de los procesos se puede presentar resultados o defectos no deseados que tienen variabilidad alta, los cuales restringen el cumplimiento de los objetivos del proceso. Es por ello que se debe identificar las posibles causas que están haciendo muy variable los procesos, para posteriormente analizarlas y formar una secuencia prioritaria antes de empezar a tomar acciones.

Entonces “este método consiste en definir la ocurrencia de un elemento o problema no deseado” (Freivalds y Niebel, 2014, p. 19)

Para ello se debe ubicar el problema o efecto a analizar en la “cabeza del pescado” y después identificamos los factores que contribuyen a ese problema o efecto en las “espinas del pescado,” las cuales están unidas a la columna vertebral del pescado. Por lo general las principales causas se subdividen en seis categorías las cuales son: Medio Ambiente, Métodos, Materiales, Máquinas, Personas y Administrativo.

“Para identificar si se ha realizado un buen diagrama de pescado se puede observar gráficamente que se tienen varios niveles de espinas las cuales proporcionan un buen panorama del problema y los factores que contribuyen a dicho problema”. (Freivalds y Niebel, 2014, p. 19)

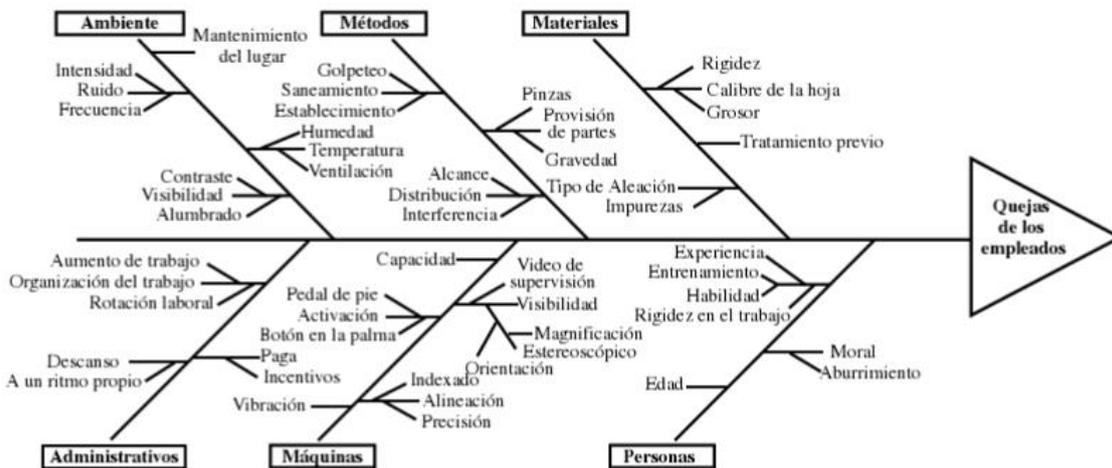


Figura 18. Diagrama de pescado las quejas relacionadas con la salud de los operadores en una operación de corte.

Tomado (Freivalds & Niebel, 2014)

### 2.5.3 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es un método gráfico de análisis que permite ver de una forma ordenada los pocos valores vitales y los muchos triviales que inciden en un determinado problema. Es decir, el 20% de los artículos evaluados representan el 80% o más de la actividad total; como derivación esta técnica se la conoce como el 80-20.

Álvarez María en su libro “*Administración por calidad*” (2011, p193) nos indica 7 pasos para realizar dicho diagrama.

Paso 1. Identificar claramente el problema.

Paso 2. Elaborar lista de factores que inciden en el problema.

Paso 3. Registrar en una hoja de verificación el número de observaciones de cada factor.

Paso 4. Ordenar las causas de mayor a menor.

Paso 5. Dar un valor de 100% al total del defecto y calcular el porcentaje para cada causa.

Paso 6. Anotar de mayor a menor en el eje horizontal las causas y en el eje vertical los porcentajes de contribución.

Paso 7. Trazar gráfica.

Así mismo Álvarez nos da un ejemplo, “Suponga que una entidad pública desea conocer los principales problemas que le aquejan en su atención diaria al público. Los resultados obtenidos son los siguientes”

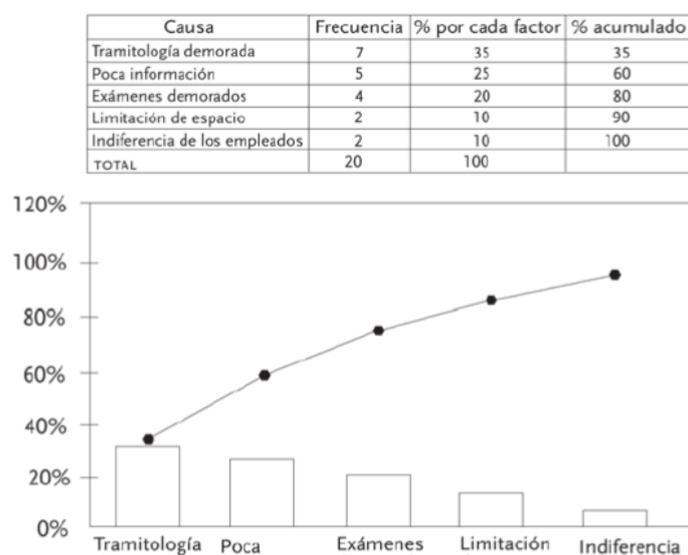


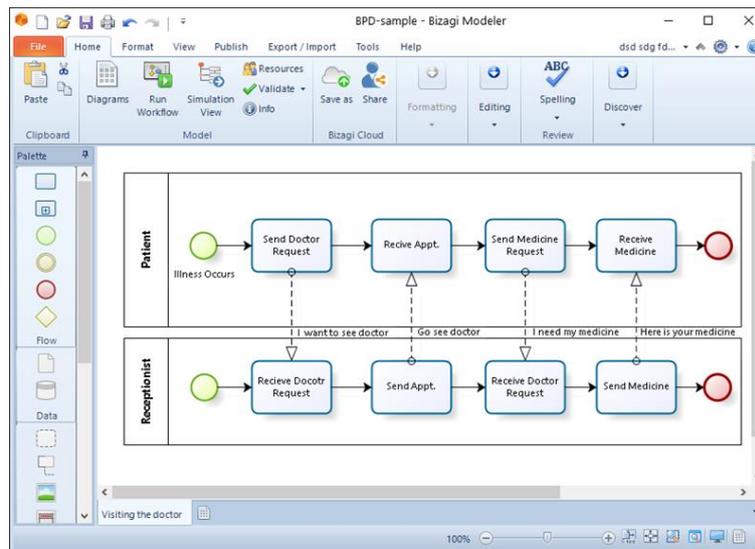
Figura 19. Ejemplo de diagrama de Pareto.

Tomado de (Vega, Álvarez y Bernal, 2011)

## 2.6 Software Bizagi Modeler

Bizagi es una compañía privada, la cual se sostiene mediante personas expertas en BPM (Business Process Management). Bizagi se formó en el año 1989 con el fin de ayudar a la implementación de la gestión de procesos en las empresas, a través de una herramienta poderosa para la simulación de los mismos. Por ende, este software ayuda a la representación de procesos de una manera gráfica, ágil y fácil de entender.

En la figura 20, se presenta un ejemplo de pantalla Bizagi.



*Figura 20.* Pantalla de software Bizagi.

Tomado de (Paradigm, 2010).

## 2.7 Software FlexSim

FlexSim es un producto software dirigido hacia las industrias tanto manufactureras, de logística y servicios en general. Mediante este programa la industria estará en la capacidad de simular todos los procesos de una manera visual, esta simulación es muy cercana a la realidad. Mediante esta herramienta se pueden encontrar nuevos resultados, oportunidades para la mejora sin necesidad de mover todo un lay out de fábrica, ya que estará reflejada la situación en un ordenador, permitiendo el ahorro de recursos como el dinero y el tiempo. Mediante esta herramienta la persona estará en la capacidad de tomar decisiones muy cercanas a la realidad.

En la figura 21, se presenta la ventana del software FlexSim.

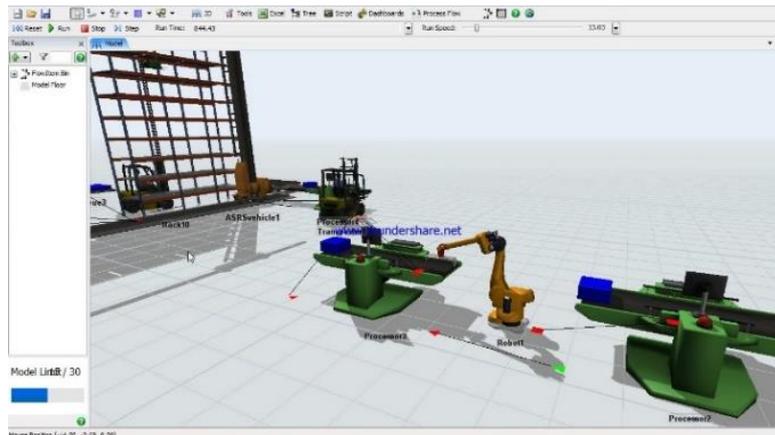


Figura 21. Pantalla del Software FlexSim.

Tomado de (Flexsim, 2018).

## 2.8 Software Autodesk Inventor Student

Autodesk inventor es un modelador de 3D CAD utilizado para el diseño, visualización y realización de pruebas de un producto. Mediante este programa la persona puede crear un prototipo de cualquier producto ya que se puede obtener el peso, fricción, las fuerzas que soporta entre otros datos mecánicos. La persona puede diseñar su producto desde un prototipo básico hasta uno más avanzado con elementos mecánicos detallados.

En la figura 22, se mostrará el ejemplo de la pantalla de Inventor.

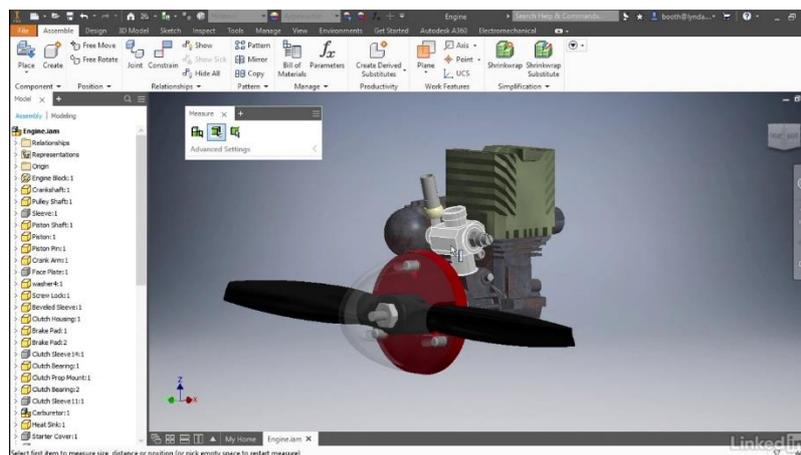


Figura 22. Pantalla de software Inventor.

Tomado de (Helfen, 2018).

### 3. CAPÍTULO III. SITUACIÓN ACTUAL.

#### 3.1 Situación actual

La empresa FORMACTUAL, cuenta con dos áreas para la realización de sus productos las cuales son: el área de muebles en melamínicos y el área de madera sólida, en esta última no solo se realizan muebles, sino también otros tipos de trabajos en madera con un enfoque más artesanal. Mientras tanto el área de melamínico se dedica a la elaboración de modulares para: cocinas, clósets, baños, muebles para oficinas, salas de estar, escritorios y también cuentan con una sección para la fabricación de puertas en aglomerado o entamboradas. En el área de melamínico los procesos se los realiza de manera semi-automática y manual debido a las maquinarias con las que cuentan.

La maquinaria con la que cuentan para la realización de muebles en melamínico se describe en la siguiente tabla.

Tabla 10.

*Máquinas que se dispone para la realización de modulares de cocinas en melamínico.*

Máquina	Foto
Seccionadora eléctrica. Marca: TECMATIC Modelo: FIT 2900 C	
Sierra eléctrica. Marca: SCM Modelo: SI 400 E	
Laminadora. Marca: SCM Modelo Olympic K400 ER1	

<p>CNC.          Marca: SCM          Modelo: TECH 90 SUPER</p>	
<p>Prensas.          Marca: ORAMAMACHINE</p>	
<p>Acanaladora.          Baúerle</p>	

La medición de productividad varía dependiendo de la orden que se realiza, debido a que manejan producción bajo pedido, es decir según las especificaciones del cliente, actualmente no se cuenta con un producto estándar, complicando el proceso de corte y la optimización de tableros.

### 3.2 Producción

La empresa realiza una producción de cocinas de 40,24 metros lineales por mes, de modulares-baño 12,16 metros lineales, de clósets 38,36 metros cuadrados y de puertas 28 unidades, dicha demanda está demostrada en la tabla 11, los datos representados fueron facilitados por la empresa, los cuales reflejan el histórico de la demanda de los meses enero, marzo y abril; a través de éste histórico de datos se pudo obtener el promedio de cada producto representando a la demanda que tiene la empresa.

El jefe de producción explicó que el manejo de metros lineales en las cocinas y baños se debe a que la medida de profundidad y alto de los modulares son

estándares, pero dependiendo del cliente la longitud es variable. Los modulares de clóset deben tomar las medidas tanto en ancho, alto como profundidad por lo cual estos modulares son manejados en metros cuadrados.

En el diagrama de pastel se representa el porcentaje que la empresa debe dedicar al realizar los productos en melamínico.

Tabla 11.

*Demanda mensual de productos.*

Producto	Mes	Cantidad
Cocinas	Febrero	48,39
Baños	Febrero	12,4
Clósets	Febrero	38,4
Puertas	Febrero	35
Cocinas	Marzo	36,68
Baños	Marzo	12,3
Clósets	Marzo	32,92
Puertas	Marzo	25
Cocinas	Abril	35,66
Baños	Abril	11,9
Clósets	Abril	43,8
Puertas	Abril	25

Producto	Promedio	Unidad
Cocinas	40,24	Metro lineal
Baños	12,165	Metro lineal
Clósets	38,36	Metros Cuadrados
Puertas	28	Unidad

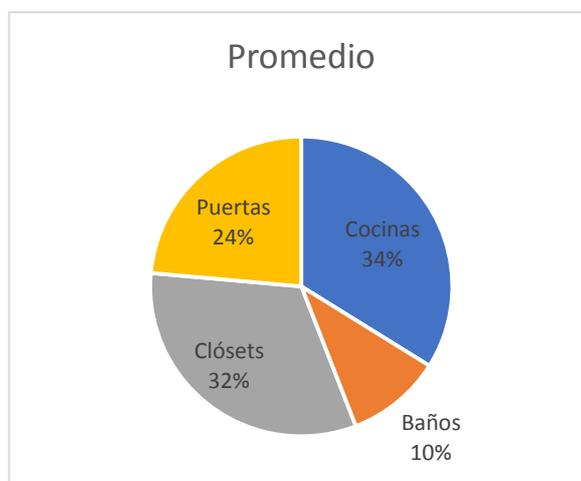


Figura 23. Diagrama de pastel de la demanda mensual de productos.

Como se puede observar el porcentaje de cocinas es del 34% siendo el más alto, por ende, el siguiente estudio y propuesta de mejora se realizará en dicho producto, ya que es considerado en la empresa como producto estrella.

Por medio de este porcentaje, se obtuvo las horas que se dedican a cada producto y abastecer la demanda existente, relacionando a la demanda con respecto a la cantidad que se debe realizar de cada producto, sabiendo que la empresa dedica 8 horas al día, 22 días al mes. En la tabla 12, se presenta cuantas horas se deben dedicar a los respectivos productos.

Tabla 12.

*Horas disponibles de producción para cada producto.*

Horas disponibles al mes	
Cocinas	59,84
Baños	17,6
Clósets	56,32
Puertas	42,24

Teniendo en cuenta que el tiempo dedicado al producto estrella es de 2,72 horas diarias por 22 días del mes.

### 3.3 Mapa de procesos

#### 3.3.1 Macroproceso

El macroproceso de FORMACTUAL es el siguiente, donde se muestran las operaciones que se realizan para la producción de muebles en melamínico.



Figura 24. Diagrama de Macroprocesos de operaciones de FORMACTUAL.



### 3.4 Análisis de los procesos para fabricación de modulares de cocina en melamínico.

En los siguientes puntos se presentarán los SIPOC, estudio de tiempos, diagramas de flujo, BPMN y diagramas de cada proceso que se ejecuta para la realización de los modulares de cocina en melamínico.

#### 3.4.1 Proceso de corte

##### 3.4.1.1 SIPOC de proceso de corte:

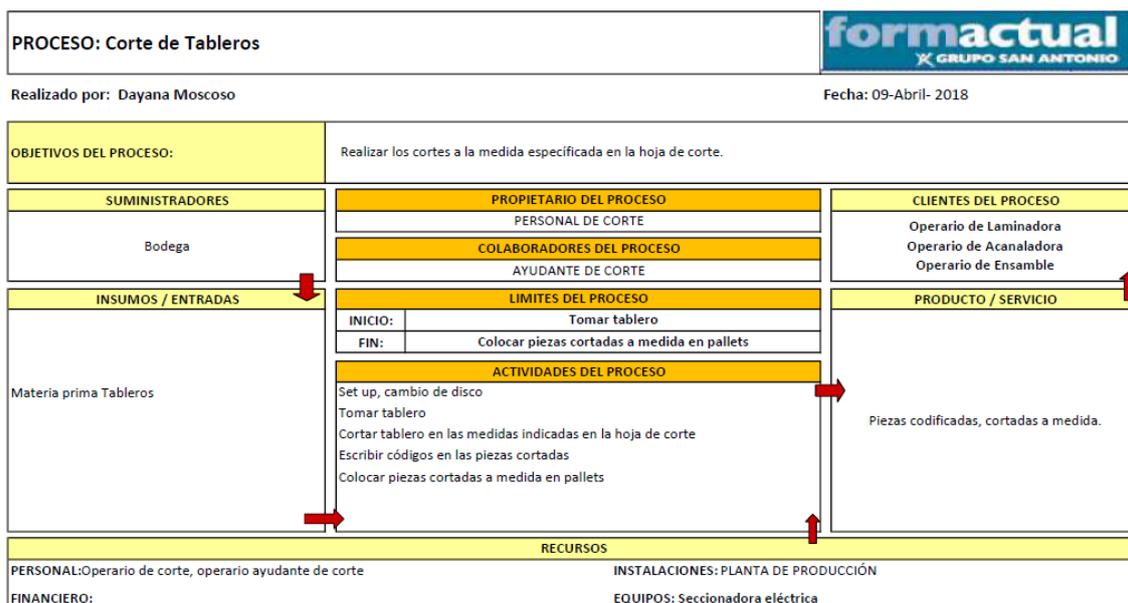


Figura 26. SIPOC del proceso de corte

Se cuenta con dos operarios en el proceso el cual es el operario experto y el operario ayudante.

Para iniciar con el proceso de corte el operario espera a la persona encargada de la bodega, la aprobación para el retiro de la materia prima que en este caso son los tableros en melamínico. Luego de realizar los respectivos cortes a medida de cada tablero, las partes y piezas deben ser llevados o al área de laminado, acanalado o ensamble dependiendo a que parte de modular pertenece la pieza.

Actualmente no cuentan con indicadores ya sea de calidad o productividad.

El equipo utilizado para este proceso es la seccionadora eléctrica.

## 3.4.1.2 Tiempos del proceso de corte

Tabla 14.

*Estudio de tiempos en el proceso de corte*

Cod.	ACTIVIDAD	Tiempo Básico (minutos)	TIEMPO ESTÁNDAR			
			Coefficiente de descuento	Frecuencia/ Unidad	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo (minutos)
1	Set up para Corte	7,533	1,110	1,000	7,533	7,533
2	Tomar tablero	0,198	1,260	1,810	0,451	7,985
3	Cortar tablero en las medidas indicadas en la hoja de corte	24,187	1,230	1,810	53,847	61,831
4	Escribir códigos en las piezas cortadas	10,457	1,170	1,810	22,145	83,976
5	Verificar información	0,342	1,200	1,000	0,342	84,318
6	Colocar piezas cortadas a medida en pallets	2,188	1,220	1,810	4,831	89,149

En la tabla 14, se presenta el flujo de proceso de corte el cual toma 89,15 minutos para la realización de un metro lineal y el operario recorre aproximadamente 57,78 metros. Siendo las actividades de corte de tablero y de escribir código en las piezas cortadas las más demoradas sumando un total de 75 minutos del tiempo total de este proceso.

## 3.4.1.3 Diagrama de flujo del proceso de corte

## DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CORTE

Fecha de realización: \_\_8 de Mayo del 2018\_\_\_\_\_  
 Diagrama N°, \_\_P02-01\_\_\_\_\_  
 Área / Sección: \_\_Corte\_\_\_\_\_  
 Página \_\_1\_\_ de \_\_8\_\_  
 Método: Actual \_\_X\_\_ Propuesto \_\_\_\_\_  
 Elaborado por: \_\_Dayana Moscoso\_\_\_\_\_  
 Aprobado por: \_\_\_\_\_

RESUMEN	Actual		Propuesto		Economía	
	#	Tiempo	#	Tiempo	#	Tiempo
○ Operaciones	1	53,847				
⇒ Transporte	1	0,451				
□ Controles	1	0,342				
⊞ Esperas	2	0,342				
▽ Almacenamiento	1	4,831				
TOTAL		59,813		0		0

Descripción Actividades	Oper.	Transp.	Control	Espera	Alm.	Tiempo (min)	Distancia(m)	Observación
1 Set up para Corte	○	⇒	□	⊞	▽	7,533	2,4	
2 Tomar tablero	○	⇒	□	⊞	▽	0,451	3,28	
3 Cortar tablero en las medidas indicadas en la hoja de corte	○	⇒	□	⊞	▽	53,847	9,6	Tiempo mas alto
4 Escribir códigos en las piezas cortadas	○	⇒	□	⊞	▽	22,145		Proceso manual
5 Verificar información	○	⇒	□	⊞	▽	0,342	4	
6 Colocar piezas cortadas a medida en pallets	○	⇒	□	⊞	▽	4,831	38,5	
TOTAL						89,149	57,78	

Figura 27. Diagrama de flujo del proceso de corte.

Mediante este diagrama se observa que, de las seis actividades que se realizan cinco de ellas no agregan valor al producto, las cuales son: Espera, en la actividad de set up de la máquina y escribir los códigos en las partes y piezas; transporte, en tomar el tablero y colocarlo en la seccionadora eléctrica; control, en verificar si las partes y piezas han sido cortadas a la medida y en la cantidad adecuada y almacenamiento, al colocar en el pallet para llevarlo a la siguiente área respectivamente.

### 3.4.1.4 Diagrama BPMN de proceso de corte:

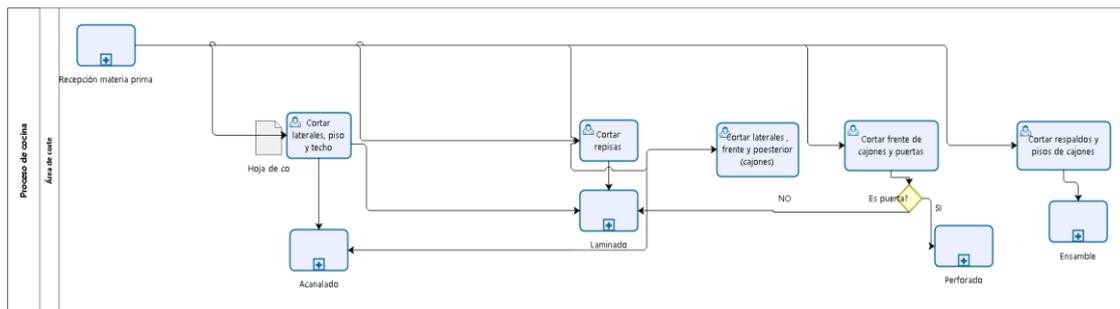


Figura 28. Diagrama BPMN del proceso de corte.

En la figura 28, se presenta el diagrama del proceso de corte

En el diagrama BMPN del proceso de corte, se detalla como cada parte o pieza que es cortada va a la siguiente área respectivamente, por ejemplo, si la parte o pieza cortada es de una repisa esta debe ir al área de laminado, pero si la parte o pieza es lateral, piso o techo esta deberá ir al área de acanalado.

### 3.4.1.5 Spaguetti de proceso de corte:

La figura 29, representa el flujo de material en la planta la cual siguen las flechas rojas.

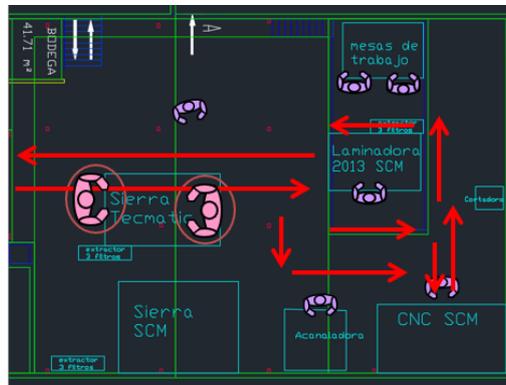


Figura 29. Diagrama del flujo de material en el lay-out de la planta.

En los siguientes diagramas de spaguetti se presentan los pasos que se ejecutan en cada proceso de la realización de modulares de cocina, utilizando los siguientes símbolos:

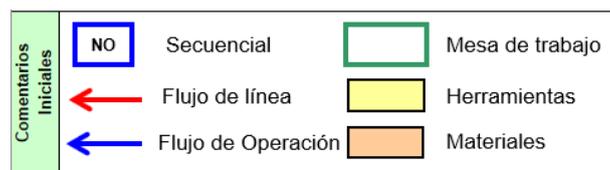


Figura 30. Símbolos para diagrama de Spaguetti.

El siguiente diagrama de spaguetti es del proceso de corte, en el cual se representa los pasos que el operario sigue para la realización de este proceso: ya que el operario toma el tablero (materia prima), luego la secciona y deja en la bodega de corte para realizar los cortes de las piezas con las medidas específicas y pasa hacia el siguiente operario para escribir los códigos, una vez que se ha escrito el código en la pieza está se deja en los pallets para seguir con el flujo de la operación ya sea que éstas vayan al proceso de laminado, acanalado o ensamble.

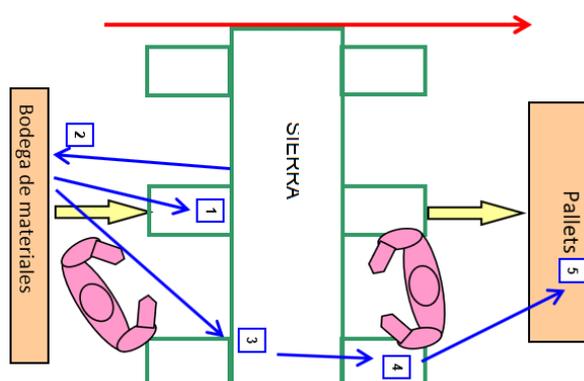


Figura 31. Diagrama de spaguetti del proceso de corte

Por medio del análisis de la situación actual del proceso de corte, se observó que la actividad de codificación de las partes y piezas toma un 24,5% de tiempo del proceso, considerando que dicha actividad no agrega valor. También se pudo observar que el operario recorre una distancia de 57,78 metros para realizar el proceso de corte de un metro lineal de cocina, y actualmente no se cuenta con indicadores ya sean de calidad o productividad.

### 3.4.2 Proceso de laminado

#### 3.4.2.1 SIPOC de proceso de laminado:

PROCESO: Laminar piezas		formactual GRUPO SAN ANTONIO	
Realizado por: Dayana Moscoso		Fecha: 09-Abril- 2018	
OBJETIVOS DEL PROCESO:	Realizar el laminado en las piezas correctas		
SUMINISTRADORES	PROPIETARIO DEL PROCESO	CLIENTES DEL PROCESO	
Área de corte	PERSONAL LAMINADO	Operario de Ensamble Operario de Acanalado Operario de Perforación	
	COLABORADORES DEL PROCESO		
	AYUDANTE DE LAMINADO		
INSUMOS / ENTRADAS	LIMITES DEL PROCESO	PRODUCTO / SERVICIO	
Piezas codificadas, cortadas a medida.	INICIO: Tomar piezas de pallets	Piezas laminadas	
	FIN: Dejar piezas laminadas en pallets		
	ACTIVIDADES DEL PROCESO		
	Set up, cargar rollo de lamina en laminadora		
	Tomar pieza de pallet		
	Laminar pieza		
	Dejar pieza laminada en pallets		
RECURSOS			
PERSONAL: Personal de laminado		INSTALACIONES: PLANTA DE PRODUCCIÓN	
FINANCIERO:		EQUIPOS: Laminadora	

Figura 32. SIPOC del proceso de laminado de piezas.

El proceso de laminado cuenta con dos operarios, el operario experto y el operario ayudante. Este proceso empieza cuando se toman las partes y piezas de los pallets que son entregados por el área de corte y termina al momento de dejar las piezas laminadas en el pallet, para ser llevadas al siguiente proceso, el cual puede ser ensamble o laminado.

Actualmente no cuentan con indicadores en el proceso.

#### 3.4.2.2 Tiempos del proceso de laminado

Tabla 15.

*Estudio de tiempos en el proceso de laminado.*

Cod.		ACTIVIDAD	Tiempo Básico (minutos)	TIEMPO ESTÁNDAR			
				Coefficiente de descuento	Frecuencia/ Unidad	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo (minutos)
7	Mov	MOVIMIENTO	0,800	1,150	1,000	0,800	89,949
8	LAMINA DO	Set up para laminado	2,883	1,220	1,000	2,883	92,832
9		Tomar pieza de pallet	0,108	1,220	25,210	3,311	96,143
10		Laminar pieza	0,463	1,000	6,250	2,892	99,035
11		Verificación de información	0,810	1,220	1,000	0,810	99,845
12		Dejar pieza laminada en pallets	0,143	1,000	25,210	3,601	103,446
13		Clasificación	0,310	1,200	1,000	0,310	103,756

Mediante el estudio de tiempos se puede observar que, la actividad tomar pieza del pallet es la que más demora en todo el proceso, siendo estos 3,31 minutos del total la cual es de 14,6 minutos.

### 3.4.2.3 Diagrama de flujo el proceso de laminado

**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE LAMINADO**

Fecha de realización: 8 de Mayo del 2018

Diagrama N°. P02-02

Página 2 de 8

Elaborado por: Dayana Moscoso

Area / Sección: Laminado

Método: Actual  Propuesto

Aprobado por: \_\_\_\_\_

RESUMEN	Actual		Propuesto		Economía	
	#	Tiempo	#	Tiempo	#	Tiempo
Operaciones	1	2,89196				
Transporte	2	4,11056				
Controles	2	1,12				
Esperas	1	2,88333				
Almacenamiento	1	3,60143				
<b>TOTAL</b>		<b>14,6073</b>		<b>0</b>		<b>0</b>

Descripción Actividades	Oper.	Transp.	Control	Espera	Alm.	Tiempo (min)	Distancia(m)	Observación
1 MOVIMIENTO	○	→	□	⏸	▽	0,8	3,7	
2 Set up para laminado	○	→	□	⏸	▽	2,883333333		
3 Tomar pieza de pallet	○	→	□	⏸	▽	3,310563194	32,5	
4 Laminar pieza	○	→	□	⏸	▽	2,891964286	26,25	Tiempo mas alto
5 Verificación de información	○	→	□	⏸	▽	0,81	4	
6 Dejar pieza laminada en pallets	○	→	□	⏸	▽	3,601428571	75	Recorrido mas largo
7 Clasificación	○	→	□	⏸	▽	0,31	7	
<b>TOTAL</b>						<b>14,60728938</b>	<b>148,45</b>	

Figura 33. Diagrama de flujo del proceso de laminado de piezas.

De las siete actividades que se realizan en el proceso de laminado, seis de ellas no agregan valor al producto ya que, dos actividades son de transporte, otras dos actividades son de control, una de las actividades es de espera y una actividad de almacenamiento.

El operario recorre alrededor de 61,65 metros en este proceso para la realización de un metro lineal del módulo de cocina.

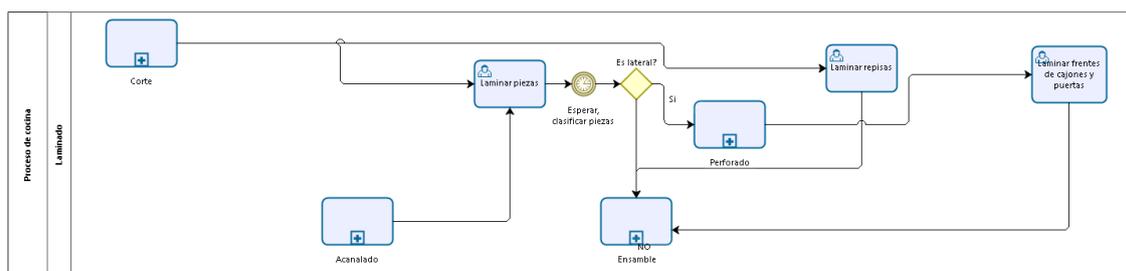


Figura 34. Diagrama BPMN del proceso de laminado de piezas.

### 3.4.2.4 Diagrama BPMN de proceso de laminado:

En el siguiente diagrama BPMN, se detallan las actividades que se realizan para el proceso de laminado, varias de las piezas que entran a la laminadora vienen del proceso de corte y otras como por ejemplo los laterales del mueble vienen del proceso de acanalado. A la salida del laminado dependiendo de las partes y piezas, estas van a los diferentes procesos, por ejemplo, si es lateral

esta se dirige al área de perforado, caso contrario se dirige directamente a ensamble.

#### 3.4.2.5 Spaguetti de proceso de laminado:

El diagrama de spaguetti que se presenta a continuación, en la figura 35, es del proceso de laminado, en este proceso el operario toma la lámina del pallet que vienen del proceso de corte, si a la pieza se la debe laminar en dos o más lados, el operario toma la pieza laminada y vuelve a ingresar la pieza a la laminadora (realizando este proceso pieza por pieza, que para un metro lineal son aproximadamente 25 piezas), una vez terminado el laminado se coloca la pieza en el pallet, siendo esta que se dirija hacia el área de ensamble o hacia el área de perforado. Mostrando movimientos repetitivos al momento de tomar la pieza y dejarla en el pallet. El operario recorre alrededor de 148,45 metros en este proceso para la realización de un metro lineal del módulo de cocina.

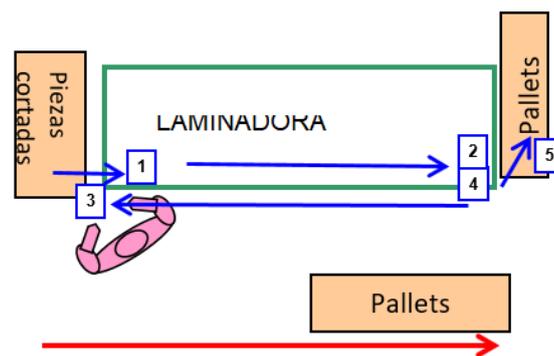


Figura 35. Diagrama de spaguetti del proceso de laminado de

Por medio del análisis de la situación actual del proceso de laminado, se observó que la actividad tomar pieza del pallet es la que más demora en todo el proceso tomando un 22,7% de tiempo del proceso, considerando que dicha actividad no agrega valor. También se pudo observar que el operario recorre una distancia de 148,45 metros para realizar el proceso de laminado de un metro lineal de cocina, y actualmente no se cuenta con indicadores ya sean de calidad o productividad.

### 3.4.3 Proceso de acanalado

#### 3.4.3.1 SIPOC de proceso de acanalado

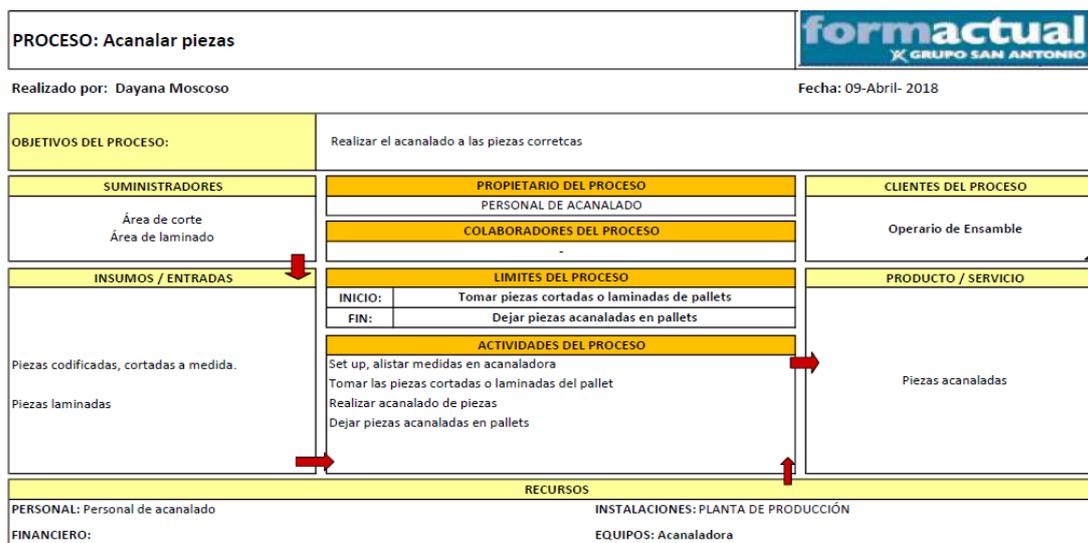


Figura 36. SIPOC de proceso de acanalado

En el SIPOC, podemos observar que las áreas de corte y laminado son aquellas que alimentan al proceso de acanalado es decir sus proveedores internos, entregando piezas y partes cortadas a la medida y piezas laminadas respectivamente. Luego de realizar el acanalado, las partes y piezas van hacia el área de ensamble o dependiendo del caso como lo hacen actualmente vuelve al proceso de laminado ya sea porque esa pieza estuvo en espera o fue reprocesada.

Par la realización de este proceso cuentan con un equipo acanalador.

Actualmente no cuentan con indicadores de calidad, productividad o eficiencia.

#### 3.4.3.2 Tiempos del proceso de acanalado

Tabla 16.

Estudio de tiempos del proceso de acanalado

Cod.		ACTIVIDAD	Tiempo Básico (minutos)	TIEMPO ESTÁNDAR			
				Coefficiente de descuento	Frecuencia/ Unidad	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo (minutos)
14	Mov	MOVIMIENTO	3,300	1,170	1,000	3,300	107,056
15		Set up Acanalado	7,883	1,200	1,000	7,883	114,939
16		Tomar las piezas cortdas o laminadas del pallet	0,155	1,190	6,100	1,123	116,063
17	ACANAL	Realizar acanalado de piezas	0,184	1,000	6,100	1,125	117,187
18	ADO	Verificación de información	0,270	1,200	1,000	0,270	117,457
19		Dejar piezas acanaladas en pallets	0,190	1,000	6,100	1,162	118,619
20		Clasificación	0,084	1,200	1,000	0,084	118,703

En la tabla 16, se muestra el estudio de tiempos del proceso de perforado, el cual toma 14,94 minutos de la producción, siendo la actividad de codificar la

máquina CNC, seguida del movimiento de las partes y piezas, las que más demoran en este proceso.

### 3.4.3.3 Diagrama de flujo el proceso de acanalado



Figura 37. Diagrama de flujo del proceso de acanalado de piezas.

En el diagrama de flujo, se puede observar que, de las siete actividades, seis de ellas no agregan valor al producto final que recibe el cliente, siendo estas seis, dos de transporte, dos de control, una de espera y una de almacenamiento.

### 3.4.3.4 Diagrama BPMN de proceso de acanalado

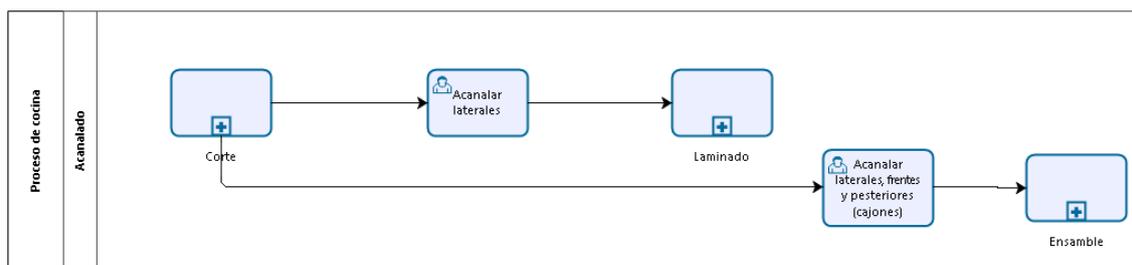


Figura 38. Diagrama BPMN del proceso de acanalado de piezas.

Mediante el diagrama BPMN del proceso de acanalado, se pueden visualizar como son las actividades, así también nos se observa que, del proceso de acanalado, las partes o piezas dependiendo de qué tipo sean pueden salir a dos diferentes procesos ya sea al de laminado o al de ensamble.

### 3.4.3.5 Spaguetti de proceso de acanalado

El proceso de acanalado se presenta en el siguiente diagrama de spaguetti, figura 39, en el cual el operario toma la pieza del pallet que ha llegado desde el área de corte, la acanala y la pone en el pallet que será llevado hacia el área de ensamble.

El operario recorre aproximadamente 27,22 metros en este proceso para la realización de un metro lineal de cocina.

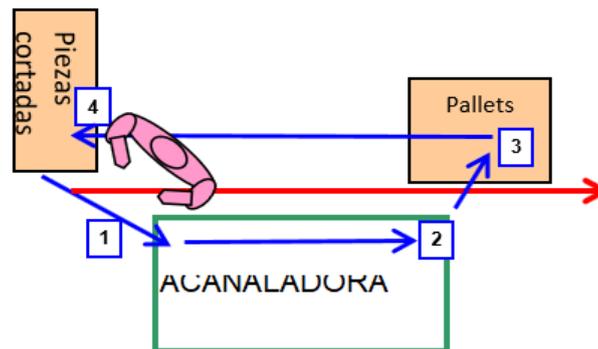


Figura 39. Diagrama de spaguetti del proceso de acanalado de

Por medio del análisis de la situación actual del proceso de acanalado, se observó que la actividad actividad de “Set Up” es la que más demora en todo el proceso tomando un 52,7% del tiempo del proceso total, considerando que dicha actividad no agrega valor. También se pudo observar que el operario recorre una distancia de 61,65 metros para realizar el proceso de laminado de un metro lineal de cocina, y actualmente no se cuenta con indicadores ya sean de calidad, productividad o eficiencia.

### 3.4.4 Proceso de perforación de puertas y/o laterales

#### 3.4.4.1 SIPOC de proceso de perforación de puertas y/o laterales

PROCESO: Perforación de puertas y/o laterales		<b>formactual</b> GRUPO SAN ANTONIO	
Realizado por: Dayana Moscoso		Fecha: 09-Abril- 2018	
<b>OBJETIVOS DEL PROCESO:</b>	Perforar bisagras de puertas y/o laterales de módulos, a la medida correspondiente		
<b>SUMINISTRADORES</b>	<b>PROPIETARIO DEL PROCESO</b>	<b>CLIENTES DEL PROCESO</b>	
Área de laminado	PERSONAL DE PERFORACIÓN	Operario de Ensamble	
	<b>COLABORADORES DEL PROCESO</b>		
<b>INSUMOS / ENTRADAS</b>	<b>LIMITES DEL PROCESO</b>	<b>PRODUCTO / SERVICIO</b>	
Piezas laminadas	INICIO: Codificar medidas en máquina CNC	Puertas perforadas y/o Laterales perforados	
	FIN: Dejar puertas y/o laterales perforados en pallets		
	<b>ACTIVIDADES DEL PROCESO</b>		
	Set up, Codificar medidas en máquina CNC		
	Tomar puertas y/o laterales de pallets		
	Realizar perforación en puertas y/o laterales		
	Colocar puertas perforadas y/o laterales perforados en pallets		
<b>RECURSOS</b>			
PERSONAL: PERSONAL DE PERFORACIÓN		INSTALACIONES: PLANTA DE PRODUCCIÓN	
FINANCIERO:		EQUIPOS: CNC	

Figura 40. SIPOC del proceso de perforación de puertas y/o laterales.

En el SIPOC de proceso de perforación de puertas y/o laterales, se observa que mayormente el área de laminado es la proveedora de este proceso y que el área de ensamble es el área cliente de proceso, es decir ingresan partes y piezas laminadas y se liberan, partes y piezas en este caso puertas y/o laterales perforados respectivamente.

Para la realización de este proceso se cuenta con una máquina CNC.

No se cuenta actualmente con indicadores para este proceso.

#### 3.4.4.2 Tiempos del proceso de perforado de puertas y/o laterales

Tabla 17.

Estudio de tiempos del proceso de perforación de puertas y/o laterales.

Cod.		ACTIVIDAD	Tiempo Básico (minutos)	TIEMPO ESTÁNDAR			
				Coefficiente de descuento	Frecuencia/ Unidad	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo (minutos)
21	Mov	MOVIMIENTO	6,833	1,210	1,000	6,833	125,537
22	PERFORADO	Codificar medidas en máquina CNC	6,833	1,210	1,000	8,268	133,805
23		Tomar puertas y/o laterales de pallets	0,247	1,190	1,760	0,516	134,321
24		Realizar perforación en puertas y/o laterales	0,898	1,000	1,760	1,580	135,901
25		Verificación de información	0,210	1,210	1,000	0,210	136,111
26		Colocar puertas perforadas y/o laterales perforados en pallets	0,306	1,200	1,760	0,645	136,757

Mediante el estudio de tiempos del proceso se obtuvieron las siguientes observaciones: la actividad que más toma tiempos es la de "Codificar medidas

en máquina CNC” que vendría a ser el Set Up del proceso, así mismo la actividad que toma menos tiempo es la verificación de la información.

### 3.4.4.3 Diagrama de flujo el proceso de perforado de puertas y/o laterales

**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PERFORADO**

Fecha de realización: \_\_ 8 de Mayo del 2018 \_\_\_\_\_

Diagrama N°. \_\_ P02-04 \_\_\_\_\_ Area / Sección: \_\_ Perforado \_\_\_\_\_

Página \_\_ 4 \_\_ de \_\_ 8 \_\_ Método: Actual \_\_ X \_\_ Propuesto \_\_\_\_\_

Elaborado por: \_\_ Dayana Moscoso \_\_\_\_\_ Aprobado por: \_\_\_\_\_

RESUMEN	Actual		Propuesto		Economía	
	#	Tiempo	#	Tiempo	#	Tiempo
○ Operaciones	1	0,21				
⇒ Transporte	2	7,34966				
□ Controles	1	0,21				
⌚ Esperas	1	8,26833				
▽ Almacenamiento	1	0,64533				
<b>TOTAL</b>		<b>16,6833</b>		<b>0</b>		<b>0</b>

Descripción Actividades	Oper.	Transp.	Control	Espera	Alm.	Tiempo (min)	Distancia(m)	Tiempo más largo Observación
1 <b>MOVIMIENTO</b>	○	⇒	□	⌚	▽	6,833333333	5,3	Tiempo mas largo
2 Codificar medidas en máquina CNC	○	⇒	□	⌚	▽	8,268333333		
3 Tomar puertas y/o laterales de pallets	○	⇒	□	⌚	▽	0,516327778	4,8752	
4 Realizar perforación en puertas y/o laterales	○	⇒	□	⌚	▽	1,579844444	4,3648	
5 Verificación de información	○	⇒	□	⌚	▽	0,21		3
6 Colocar puertas perforadas y/o laterales perforados en pallets	○	⇒	□	⌚	▽	0,645333333	9,68	Recorrido mas largo
<b>TOTAL</b>						<b>18,05317222</b>	<b>27,22</b>	

Figura 41. Diagrama de flujo del proceso de perforado de puertas.

Mediante el diagrama de flujo del proceso, se observa que de las seis actividades que lo conforman, cinco de estas no agregan valor al producto final, siendo estas dos de transporte, una actividad de control, una actividad de espera y una actividad de almacenamiento.

### 3.4.4.4 Diagrama BPMN del proceso de perforación de puertas y/o laterales.

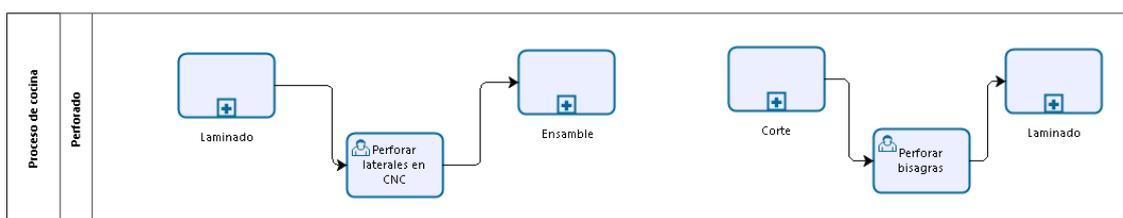
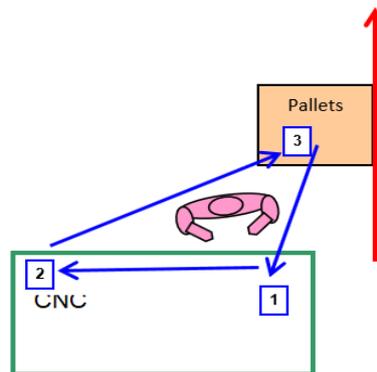


Figura 42. Diagrama BPMN del proceso de perforación de puertas y/o laterales.

Mediante el diagrama BPMN del proceso de perforado, se pueden visualizar como son las actividades que conforman el proceso. También dependerá que tipo de partes o pieza es a que se procesa ya que, dependiendo de ello la parte o pieza puede ir al área de ensamble o al área de laminado.

### 3.4.4.5 Spaguetti de proceso de perforación de puertas y/o laterales

El proceso descrito en el siguiente diagrama de spaguetti, figura 43, es de perforado de las puertas para las bisagras, el cual inicia en la toma de las puertas del pallet, la colocación de la puerta en la CNC y retirar la puerta perforada para dejarla en el pallet nuevamente y ésta posteriormente ser llevada al área de ensamble. La distancia que recorre el operario al realizar este proceso es de 27,22 metros.



*Figura 43.* Diagrama de spaguetti del proceso de perforación de puertas en la CNC

Por medio del análisis de la situación actual del proceso de perforación de partes y/o piezas, se observó que la actividad actividad de “Set Up” es la que más demora en todo el proceso tomando un 45,8% del tiempo del proceso total, considerando que dicha actividad no agrega valor. También se pudo observar que el operario recorre una distancia de 27,22 metros para realizar el proceso de laminado de un metro lineal de cocina, y actualmente no se cuenta con indicadores ya sean de calidad, productividad o eficiencia.

### 3.4.5 Proceso de ensamble módulos de 90cm y 60cm (altos y bajos de repicero, condimentero o cajonero) de cocina.

#### 3.4.5.1 SIPOC de proceso ensamble módulos de 90cm y 60cm (altos y bajos de repicero, condimentero o cajonero) de cocina.

PROCESO: Ensamble de módulos altos y bajos (repicero, condimentero) de cocina		formactual GRUPO SAN ANTONIO	
Realizado por: Dayana Moscoso		Fecha: 09-Abril- 2018	
<b>OBJETIVOS DEL PROCESO:</b>		Ensambar módulos altos y bajos (repicero, condimentero) de cocina	
<b>SUMINISTRADORES</b>	<b>PROPIETARIO DEL PROCESO</b>	<b>CLIENTES DEL PROCESO</b>	
Áreas de: corte, laminado, acanalado, perforado, bodega	PERSONAL DE ENSAMBLE	OPERARIO BODEGA DE SALIDA	
	<b>COLABORADORES DEL PROCESO</b>		
	PERSONAL DE PRODUCCIÓN		
<b>INSUMOS / ENTRADAS</b>	<b>LIMITES DEL PROCESO</b>	<b>PRODUCTO / SERVICIO</b>	
Tornillos, goma blanca Piezas cortadas, laminadas y acanaladas	INICIO: Tomar partes de pallets	Módulos altos y bajos (repicero, condimentero) armados	
	FIN: Colocar módulos altos y bajos (repicero, condimentero) en pallet		
Bisagras, puertas perforadas	<b>ACTIVIDADES DEL PROCESO</b>		
	Tomar partes del pallet Limpiar lámina extra Armar módulo según las especificaciones Tomar partes para el ensamble de puertas Colocar bisagra en puerta(s) Colocar puerta(s) en módulo Colocar módulos altos y bajos (repicero, condimentero) en pallets		
<b>RECURSOS</b>			
PERSONAL: Producción		INSTALACIONES: PLANTA DE PRODUCCIÓN	
FINANCIERO:		EQUIPOS: taladro, mazo de goma, flexómetro, cuchilla	

Figura 44. SIPOC del proceso ensamble de módulos altos y bajos (repicero, condimentero o cajonero) de cocina.

Para la realización de ensamble de los módulos sean estos de 90cm o 60cm, altos o bajos, siguen las mismas actividades; por ende, el estudio se realizó a la par, la única diferencia es en los tiempos.

Dicho lo anterior tenemos que, en el proceso de ensamble, los proveedores de dicho proceso son las áreas de corte, lamiendo, acanalado, perforado y la bodega siendo esta la que entrega los suministros necesarios ya sea, goma, clavos, tornillos, entre otros.

Este es el penúltimo proceso por el cual el módulo pasa ya que aquí se forma y toma estructura, siendo el cliente de este proceso el operario de la bodega de salida.

Para la realización de este proceso cuentan con herramientas como: taladro, mazo de goma, flexómetro, cuchilla y algunas plantillas básicas realizadas por los operarios.

No cuentan con indicadores actualmente.

#### 3.4.5.2 Toma de tiempos del proceso de ensamble de módulos (90cm y 60cm)

Tabla 18.

## Estudio de tiempos del proceso de ensamble de módulos de 90cm y 60cm

Cod.		ACTIVIDAD	Tiempo Básico (minutos)	TIEMPO ESTÁNDAR			
				Coefficiente de descuento	Frecuencia/ Unidad	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo (minutos)
27	Mov	MOVIMIENTO	1,200	1,210	1,000	1,200	137,957
28	ENSAMB LE MODUL OS SIMPLES DE 90	Tomar partes del pallet	1,606	1,180	0,510	0,966	138,923
29		Limpiar lámina extra	0,817	1,240	0,510	0,516	139,439
30		Armar módulo según las especificaciones	33,028	1,230	0,510	20,718	160,158
31		Tomar partes para el ensamble de puertas	0,601	1,220	0,510	0,374	160,532
32	SIMPLES DE 90	Colocar bisagra en puerta(s)	1,676	1,250	0,510	1,069	161,601
33		Colocar puerta(s) en módulo	10,698	1,220	0,510	6,657	168,257
34		Colocar módulos altos y bajos (repicero, condimetro) en pallets	0,368	1,200	0,510	0,225	168,482
35	Mov	MOVIMIENTO	1,200	1,190	1,000	1,200	169,682
36	ENSAMB LE MODUL OS SIMPLES DE 60	Tomar partes del pallet	1,752	1,140	0,780	1,558	171,240
37		Limpiar lámina extra	1,598	1,200	0,780	1,495	172,735
38		Armar módulo según las especificaciones	24,026	1,140	0,780	21,364	194,099
39		Tomar partes para el ensamble de puertas	0,821	1,200	0,780	0,768	194,867
40	SIMPLES DE 60	Colocar bisagra en puerta(s)	1,403	1,230	0,780	1,346	196,213
41		Colocar puerta(s) en módulo	4,892	1,220	0,780	4,655	200,868
42		Colocar módulos altos y bajos (repicero, condimetro) en pallets	0,417	1,200	0,780	0,390	201,258

Dicho anteriormente se han unido los dos procesos de ensamble de módulos de 90cm y 60cm ya que son similares, mediante el estudio de tiempo de dicho proceso podemos notas que la actividad de armar el módulo es la que mas tiempo lleva siendo este alrededor del 63% del tiempo total.

### 3.4.5.3 Diagrama de flujo el proceso de ensamble de módulos de 90cm y 60cm

En las siguientes figuras se presentan por separado los diagramas de flujo de los procesos de ensamble de módulos.

#### DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ENSAMBLE MODULOS DE 90

Fecha de realización: \_\_ 8 de Mayo del 2018 \_\_\_\_\_

Diagrama N°. \_\_ P02-05A \_\_\_\_\_

Area / Sección: \_\_ Ensamblaje (Módulo de 90) \_\_\_\_\_

Página \_\_ 5 \_\_ de \_\_ 8 \_\_

Método: Actual  Propuesto \_\_\_\_\_

Elaborado por: \_\_ Dayana Moscoso \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_

RESUMEN	Actual		Propuesto		Economía	
	#	Tiempo	#	Tiempo	#	Tiempo
○ Operaciones	3	28,4437				
⇒ Transporte	3	2,54054				
□ Controles	0					
□ Esperas	1	0,51646				
▽ Almacenamiento	1	0,22525				
TOTAL		31,7259		0		0

Descripción Actividades	Oper.	Transp.	Control	Espera	Alm.	Tiempo (min)	Distancia	Observación
1 MOVIMIENTO	○	⇒	□	□	▽	1,2	12	Distancia mas larga
2 Tomar partes del pallet	○	⇒	□	□	▽	0,9663905	1,785	
3 Limpiar lámina extra	○	⇒	□	□	▽	0,51646		
4 Armar módulo según las especificaciones	○	⇒	□	□	▽	20,71843826		Tiempo mas largo
5 Tomar partes para el ensamble de puertas	○	⇒	□	□	▽	0,3741496	1,785	
6 Colocar bisagra en puerta(s)	○	⇒	□	□	▽	1,068675781	1,785	
7 Colocar puerta(s) en módulo	○	⇒	□	□	▽	6,65655485		
8 Colocar módulos altos y bajos (repicero, condimetro) en pallets	○	⇒	□	□	▽	0,22525	1,785	
TOTAL						31,72591899	19,14	

Figura 45. Diagrama de flujo del proceso de ensamble de módulos de 90 cm.

### DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ENSAMBLE DE MÓDULOS DE 60

Fecha de realización: 8 de Mayo del 2018  
 Diagrama N°. P02-05A Area / Sección: Ensamble (Módulo de 60)  
 Página 6 de 8 Método: Actual X Propuesto  
 Elaborado por: Dayana Moscoso Aprobado por: \_\_\_\_\_

RESUMEN	Actual		Propuesto		Economía	
	#	Tiempo	#	Tiempo	#	Tiempo
Operaciones	3	27,3651				
Transporte	3	3,52561				
Controles	0					
Esperas	1	1,49526				
Almacenamiento	1	0,39				
TOTAL		32,776		0		0

Descripción Actividades	Oper.	Transp.	Control	Espera	Alm.	Tiempo (min)	Distancia	Observación
1 MOVIMIENTO						1,2	12	Distancia mas larga
2 Tomar partes del pallet						1,5575326	2,184	
3 Limpiar lámina extra						1,49526		
4 Armar módulo según las especificaciones						21,36397478	7	Tiempo mas largo
5 Tomar partes para el ensamble de puertas						0,768077227	2,184	
6 Colocar bisagra en puerta(s)						1,346061043	2,184	
7 Colocar puerta(s) en módulo						4,655091257		
8 Colocar módulos altos y bajos (repicero, condimetro) en pallets						0,39	2,184	
TOTAL						32,7759969	27,736	

Figura 46. Diagrama de flujo del proceso de módulos de 60 cm.

De los diagramas de flujo del proceso, se observa que, de las ocho actividades, en total tres actividades agregan valor al producto, y las demás actividades no agregan valor al producto siendo estas: tres de transporte, una de espera y una de almacenamiento.

#### 3.4.5.4 Diagrama BPMN del proceso de ensamble de módulos de 90cm y 60cm (altos y bajos de cocina o cajonero)

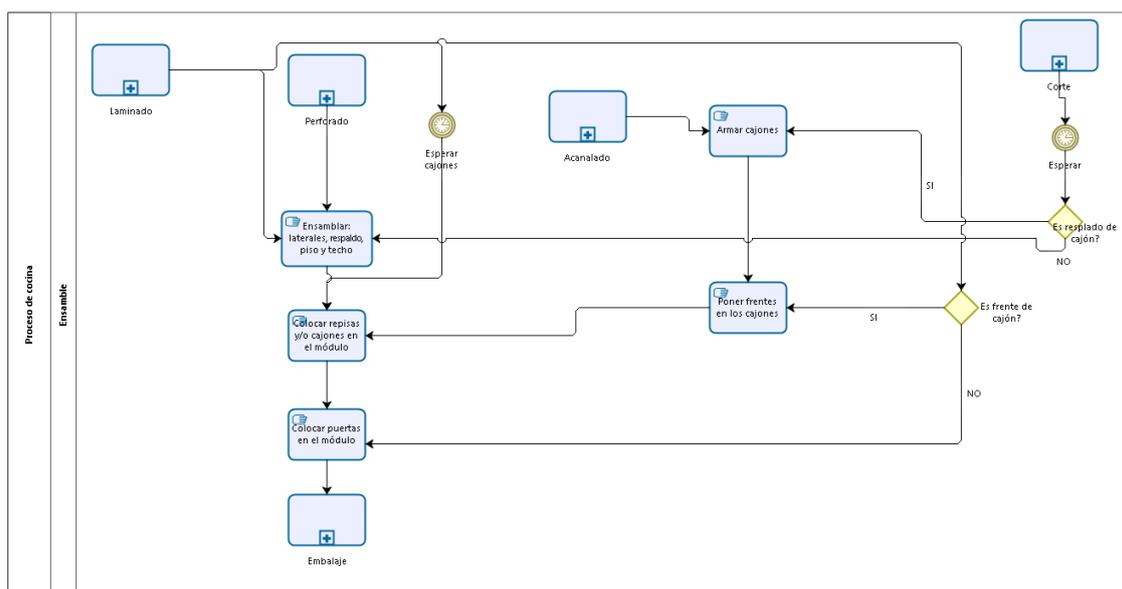
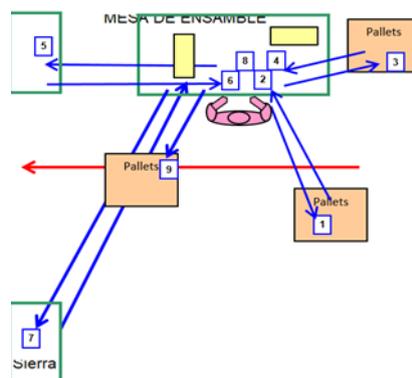


Figura 47. Diagrama BPMN del proceso de ensamble de módulos de 90cm y 60cm (altos y bajos de repicero, condimentero o cajonero) de cocina.

Mediante el diagrama BPMN, se observa cual es el flujo que se realiza para ensamblar un módulo de cocina. En este proceso ingresan diferentes partes del módulo de las diferentes áreas descritas anteriormente, así mismo se debe decidir si es un módulo normal o un módulo cajonero, ya que el módulo cajonero cuenta con más actividades para realizarlos.

#### 3.4.5.5 Spaguetti de proceso de ensamble módulos de 90cm y 60cm (altos y bajos de repicero, condimentero o cajonero) de cocina.

En la figura 48, se presenta el proceso de ensamble de los módulos con el recorrido que realiza el operario al momento de realizar las actividades para la obtención del módulo. En este, el operario va hacia los pallets para tomar las partes del módulo y arma la estructura para la parte trasera, se dirige hacia la mesa que se encuentra en la parte izquierda del área de ensamble, una vez que tiene la estructura el operario va hacia la sierra de corte para cortar los fustes (soportes traseros del módulo) y nuevamente vuelve al área de ensamble y termina con el módulo. Si el módulo es un cajonero, el operario una vez que tiene armado la estructura del cajonero, coloca las rieles en la estructura y nuevamente se dirige hacia los pallets para tomar las partes de los cajones, arma los cajones y los coloca en los rieles, una vez terminado el cajonero lo deja en el pallet para ser llevado al área de embalaje. Para realizar este proceso el operario recorre alrededor de 12 metros por módulo armado.

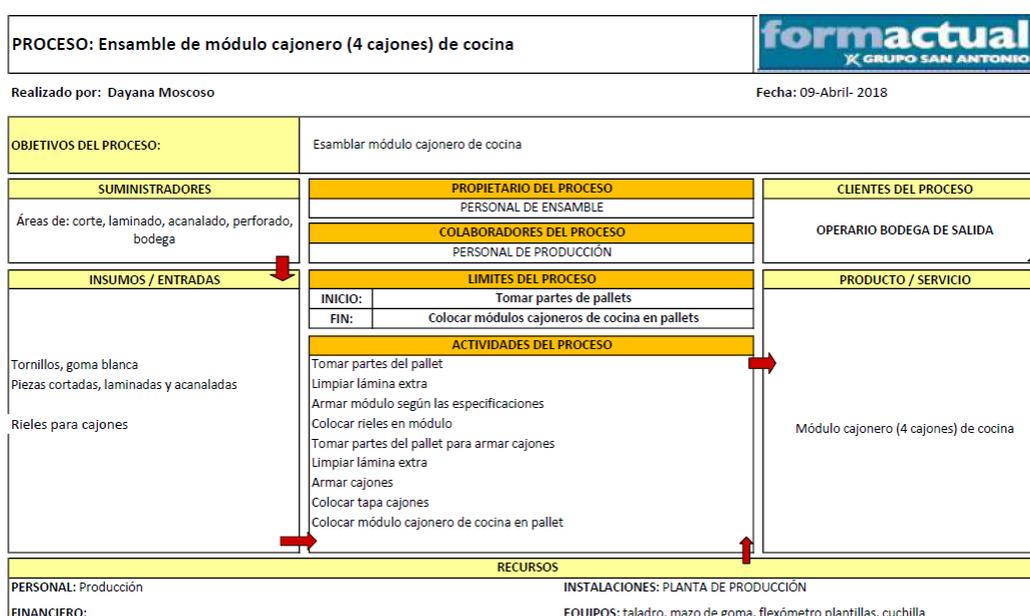


*Figura 48.* Diagrama de spaghetti del proceso de ensamble de modulares de cocina.

Por medio del análisis de la situación actual del proceso de ensamble, se observó que la actividad actividad “armar el módulo” es la que más demora en todo el proceso tomando un 63% del tiempo del proceso total, en este caso dicha actividad si agrega valor al producto final. También se pudo observar que el operario recorre una distancia de 12 metros por cada módulo de cocina que ensambla.

### 3.4.6 Ensamble del módulo cajonero (4 cajones)

#### 3.4.6.1 SIPOC de proceso de ensamble de módulos cajonero (4 cajones) de cocina.



*Figura 49.* SIPOC del proceso de ensamble de módulo cajonero (4 cajones) de cocina.

El SIPOC del proceso de ensamble de cajonero es similar al del proceso de ensamble de los módulos de 90cm y 60cm, la única diferencia es que en los insumos de entrada se aumenta rieles para los cajones, así mismo ingresan tapa cajones. Los proveedores y herramientas son las mismas; y de la misma manera no cuentan con indicadores en el proceso.

### 3.4.6.2 Toma de tiempos del proceso de ensamble de cajoneros.

Tabla 19.

*Estudio de tiempos del proceso de ensamble de cajoneros.*

Cod.		ACTIVIDAD	Tiempo Básico (minutos)	TIEMPO ESTÁNDAR			
				Coefficiente de descuento	Frecuencia/Unidad	Tiempo estándar/Unidad	Tiempo de ciclo (minutos)
43	Mov	MOVIMIENTO	1,200	1,190	1,000	1,200	202,458
44		Tomar partes del pallet	0,556	1,160	0,190	0,123	202,581
45		Limpiar lámina extra	1,036	1,210	0,190	0,238	202,819
46		Armar módulo según las especificaciones	23,088	1,240	0,190	5,440	208,259
47	ENSAMB	Colocar rieles en módulo	6,310	1,230	0,190	1,475	209,733
48	LE	Tomar partes del pallet para armar cajones	0,405	1,170	0,190	0,090	209,823
49	CAJONE	Limpiar lámina extra	1,217	1,210	0,190	0,280	210,103
50	ROS	Armar cajones	10,786	1,270	0,190	2,603	212,706
51		Colocar tapa cajones	32,516	1,230	0,190	7,599	220,305
52		Colocar módulo cajonero de cocina en pallet	0,470	1,000	0,190	0,089	220,394
53		Verificar información	0,260	1,200	1,000	0,260	220,654
54		Procesos externos	0,260	1,000	1,000	0,260	220,914
55		Espera	4,850	1,000	1,000	4,850	225,764
56		Reproceso	0,110	1,000	1,000	0,110	225,874

Mediante el estudio de tiempos del proceso de ensamble de cajonero, se observa que la actividad de “colocar tapa cajones” el cual toma 7,6 minutos.

### 3.4.6.3 Diagrama de flujo el proceso de ensamble de cajoneros

Mediante el diagrama de flujo se puede observar que de las catorce actividades que se realizan en el proceso, solamente cuatro agregan valor, siendo las demás actividades como transporte, control, espera, almacenamiento actividades que no agregan valor al producto.

En la figura 50, El operario recorre aproximadamente 47,49 metros en este proceso para la realización de un metro lineal de cocina, recorriendo una distancia de 12 metros solo en el movimiento de partes y piezas y 14 metros por cuestiones de reprocesos para el ensamblado de un módulo cajonero.

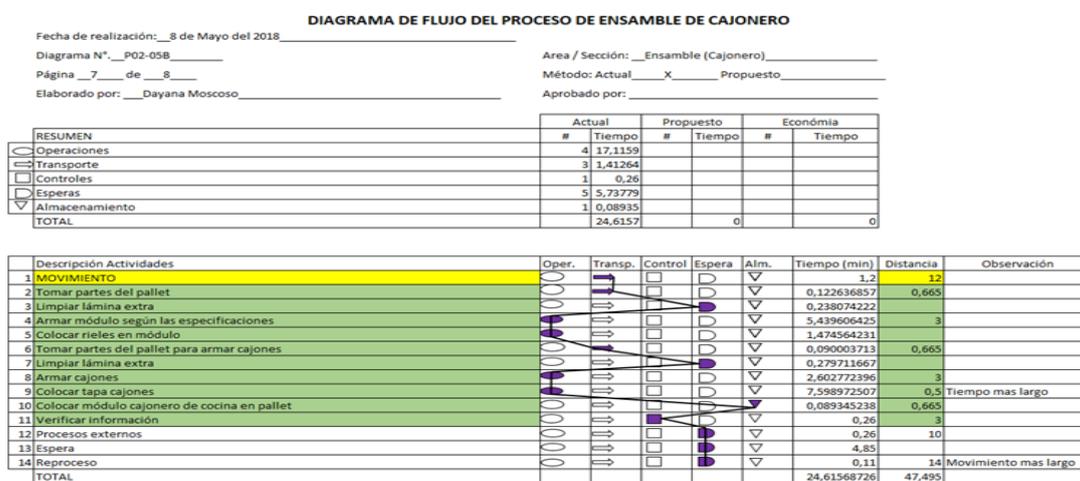


Figura 50. Diagrama de flujo del proceso de cajoneros (4 cajones)

No se ha colocado el diagrama BPMN, ni el diagrama de Spaguetti, ya que siguen los mismos pasos como los analizados en el proceso anterior “Ensamble de módulos de 90cm y 60cm”

### 3.4.7 Proceso de embalaje de módulos de cocina

#### 3.4.7.1 SIPOC del proceso de embalaje de módulos.

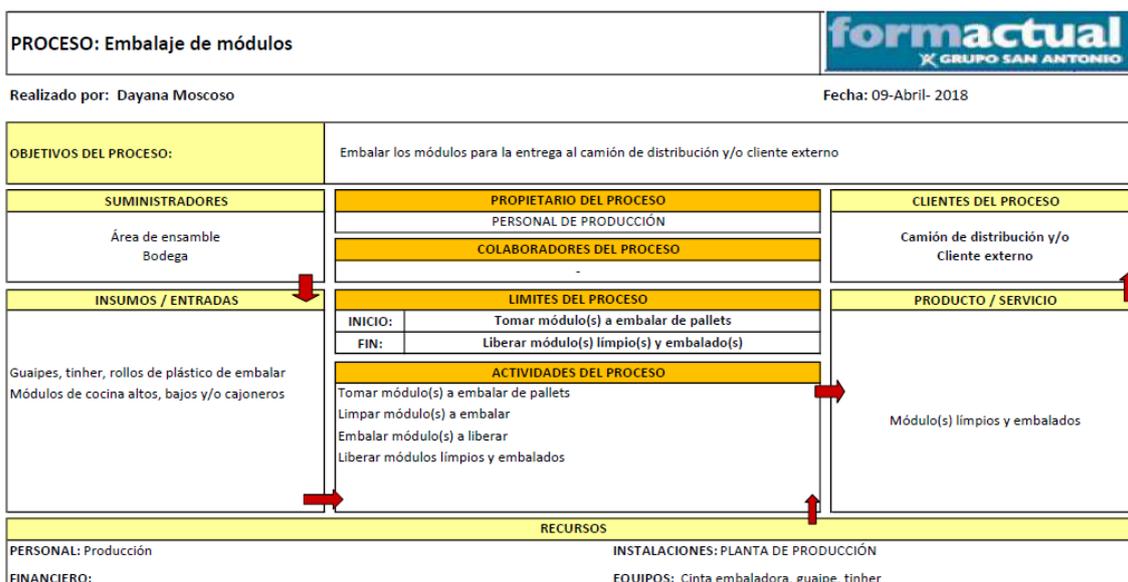


Figura 51. SIPOC del proceso de embalaje de módulos de cocina.

Se cuenta con un operario para la realización de este proceso, el área proveedora es el área de ensamble y la bodega; el área cliente es la bodega de salida. Las herramientas utilizadas en este proceso son guaipe, tinher para la limpieza del módulo y cinta embaladora para proceder al embalaje del mismo.

Actualmente no se cuenta con indicadores en el proceso.

#### 3.4.7.2 Toma de tiempos del proceso de embalaje.

Tabla 20.

Estudio de tiempo del proceso de embalaje.

Cod.		ACTIVIDAD	Tiempo Básico (minutos)	TIEMPO ESTÁNDAR			
				Coefficiente de descuento	Frecuencia/ Unidad	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo (minutos)
57	Mov	MOVIMIENTO	3,600	1,200	1,000	3,600	229,474
58		Tomar módulo(s) a embalar de pallets	0,243	1,220	1,470	0,437	229,911
59	EMBALA	Limpiar módulo(s) a embalar	3,362	1,180	1,470	5,831	235,742
60	JE	Embalar módulo(s) a liberar	2,726	1,180	1,470	4,729	240,471
61		Liberar módulos limpios y embalados	0,351	1,220	1,470	0,630	241,101

Mediante el estudio de tiempos, se pudo observar que la actividad de limpiar módulos es la más demorada siendo esta de 5,8 minutos del total del proceso.

### 3.4.7.3 Diagrama de flujo del proceso de embalaje.

**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE EMBALAJE**

Fecha de realización:  8 de Mayo del 2018

Diagrama N°.  P02-06 Area / Sección:  EMBALAJE

Página  8 de  8 Método: Actual  Propuesto

Elaborado por:  Dayana Moscoso Aprobado por: \_\_\_\_\_

RESUMEN	Actual		Propuesto		Economía	
	#	Tiempo	#	Tiempo	#	Tiempo
<input type="radio"/> Operaciones	2	10,560				
<input type="radio"/> Transporte	2	4,037				
<input type="checkbox"/> Controles	0					
<input type="checkbox"/> Esperas	0					
<input type="checkbox"/> Almacenamiento	1	0,630				
<b>TOTAL</b>		<b>15,2271</b>		<b>0</b>		<b>0</b>

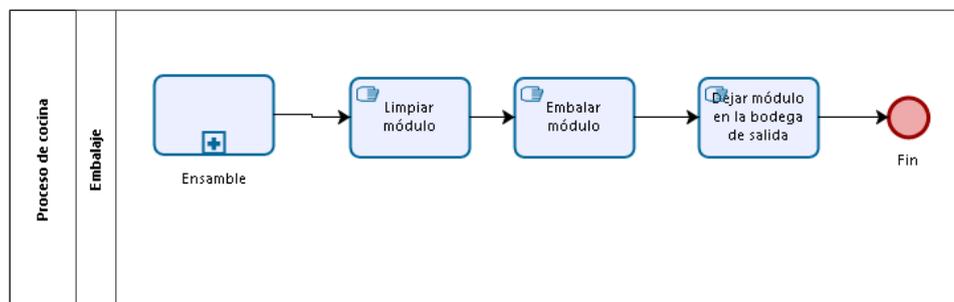
  

Descripción Actividades	Oper.	Transp.	Control	Espera	Alm.	Tiempo (min)	Distancia	Observación
<b>1 MOVIMIENTO</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3,600	<b>12</b>	Distancia y tiempos mas largos
2 Tomar módulo(s) a embalar de pallets	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,437	11,172	
3 Limpiar módulo(s) a embalar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5,831	4	
4 Embalar módulo(s) a liberar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4,729	4	
5 Liberar módulos limpios y embalados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,630	6,468	
<b>TOTAL</b>						<b>15,22706109</b>	<b>37,64</b>	

*Figura 52.* Diagrama de flujo del proceso de embalaje de módulos.

De las cinco actividades que se realizan en el proceso, dos de ellas si agregan valor al producto final; y tres de ellas no agregan valor siendo de transporte y almacenamiento.

### 3.4.7.4 Diagrama BPMN del proceso de embalaje de módulos de cocina.



*Figura 53.* Diagrama BPMN del proceso de embalaje de módulos de cocina.

En el diagrama BPMN, se observan las actividades que se siguen para realizar el proceso de “embalaje de módulos,” iniciando con la limpieza del módulo, se embala el módulo con la cinta de embalaje y se transporta el módulo dejándolo en la bodega de salida.

### 3.4.7.5 Diagrama de spaghetti de proceso de embalaje de módulos de cocina.

El siguiente proceso representado en la figura 46, es el de embalaje de módulos el cual empieza en la toma del módulo que ha salido del proceso de ensamble, coloca el módulo a ensamblar en la mesa, para luego ser limpiado y

ensamblado después de ello es llevado al pallet que transportará los módulos hacia la salida de la bodega y ser cargados al camión. El operario recorre aproximadamente 37,64 metros en este proceso para embalar un metro lineal de cocina.

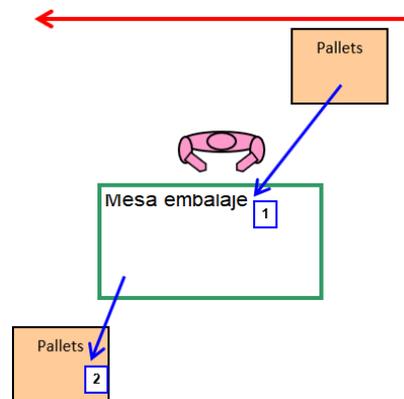


Figura 54. Diagrama de spaghetti del proceso de embalaje de modulares.

Por medio del análisis de la situación actual del proceso de ensamble de módulos, se observó que la actividad de limpiar módulos toma un 38% de tiempo del proceso, esta actividad si agrega valor al producto. También se pudo observar que el operario recorre una distancia de 37,64 metros para realizar el proceso de ensamble de módulo, y actualmente no se cuenta con indicadores ya sean de calidad o productividad.

El proceso de ensamble de módulo es el último proceso que se realiza en planta para finalizar con la producción de un metro lineal de cocina.

### 3.5 Tiempos actuales (VSM actual y simulación)

#### 3.5.1 Estudio de tiempos

Para la realización del estudio de tiempos se tomó referencia un modelo de cocina la cual incluye módulos de los tamaños que más se manejan dentro de la empresa los cuales son: módulos bajos de 60cm, 90cm y módulo bajo cajonero; módulos altos de 60cm y 90cm. Este modelo se lo puede visualizar en la figura 47, el cual fue concebido del área de producción de la empresa.

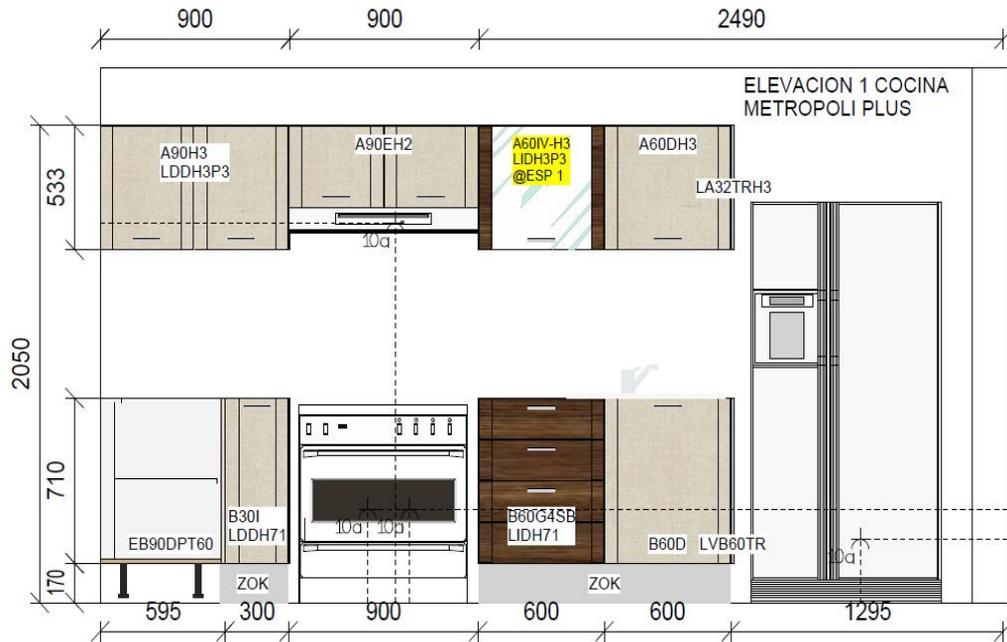


Figura 55. Modelo de cocina promedio.

Tomado de planos de producción de (FORMACTUAL,2018).

De los procesos descritos en los SIPOC, se obtuvieron los tiempos de cada uno con sus respectivas actividades, una vez que se procesó un bloque de 35,7 metros lineales de cocina se pudo obtener la valoración por metros lineales de los módulos antes mencionados, luego de esto se transfirió la información a la matriz en la que se detalla si las actividades realizadas agregan valor o no agregan valor al producto final, los metros que un operario recorre si se dedica a la realización de un metro lineal, así como también si el proceso es mecánico, manual o ambas; se detalla si la actividad es una operación, actividad, transporte, demora o almacenaje, dicha matriz se refleja en la tabla 21.



Tabla 22.

## Toma de tiempos parte 2

No.	ACTIVIDAD	CICLOS										TIEMPO OBSERVADO		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tiempo Total Observado	Tiempo Medio del Ciclo	
1	Set up para Corte	7,53												
2	Tomar tablero	0,22	0,18	0,13	0,12	0,12	0,13	0,18	0,13	0,12	0,18	1,52	0,15	
3	Cortar tablero en las medidas indicadas en la hoja de corte	15,30	45,18	25,13	19,98	7,90	7,53	15,62	32,15	29,65	37,73	236,18	23,62	
4	Escribir códigos en las piezas cortadas	17,78	10,92	12,25	8,17	5,02	6,48	12,82	8,68	24,87	11,75	118,73	11,87	
5	Verificar información	0,34200												
6	Colocar piezas cortadas a medida en pallets	1,92	1,00	1,78	1,03	1,13	1,05	1,38	2,73	2,45	2,58	17,07	1,71	
7	Mov	0,80												
8	Set up para laminado	2,88												
9	Tomar pieza de pallet	0,08	0,10	0,07	0,13	0,10	0,08	0,08	0,07	0,10	0,08	0,90	0,09	
10	Laminar pieza	0,40	0,35	0,38	0,43	0,32	0,38	0,35	0,37	0,40	0,37	3,75	0,38	
11	Verificación de información	0,81												
12	Dejar pieza laminada en pallets	0,25	0,10	0,13	0,12	0,10	0,15	0,10	0,10	0,08	0,10	1,23	0,12	
13	Clasificación	0,31												
14	Mov	3,30												
15	Set up acanalado	7,88												
16	Tomar las piezas cortadas o laminadas del pallet	0,08	0,15	0,13	0,10	0,08	0,13	0,12	0,07	0,13	0,18	1,18	0,12	
17	Realizar acanalado de piezas	0,18	0,18	0,17	0,17	0,20	0,18	0,18	0,15	0,18	0,18	1,78	0,18	
18	Verificación de información	0,27												
19	Dejar piezas acanaladas en pallets	0,33	0,10	0,23	0,08	0,08	0,07	0,15	0,07	0,10	0,08	1,30	0,13	
20	Clasificación	0,08												
21	Mov	6,83												
22	Codificar medidas en máquina CNC	6,83												
23	Tomar puertas y/o laterales de pallets	0,25	0,18	0,22	0,18	0,20	0,18	0,17	0,22	0,15	0,20	1,95	0,20	
24	Realizar perforación en puertas y/o laterales	0,67	0,75	0,63	0,78	0,78	0,80	0,78	0,78	0,80	0,78	7,57	0,76	
25	Verificar información	0,21												
26	Colocar puertas perforadas y/o laterales perforados en pallets	0,22	0,25	0,22	0,22	0,27	0,25	0,27	0,22	0,17	0,25	2,32	0,23	
27	Mov	1,20												
28	Tomar partes del pallet	0,93	1,10	1,23	0,97	2,45	0,87	0,80	1,68	2,13	1,77	13,93	1,39	
29	Limpiar lámina extra	1,13	1,37	0,58	0,78	0,88	0,62	1,22	0,95	0,45	0,67	8,25	0,83	
30	Armar módulo según las especificaciones	35,00	29,28	33,08	25,42	26,95	34,35	33,12	24,22	21,65	17,67	280,73	28,07	
31	Tomar partes para el ensamble de puertas	0,30	0,53	0,87	0,72	0,28	0,90	0,63	0,28	0,85	2,00	7,37	0,74	
32	Colocar bisagra en puerta(s)	1,18	1,67	2,67	1,22	1,37	1,75	1,22	1,23	1,18	1,45	14,93	1,49	
33	Colocar puerta(s) en módulo	12,85	2,25	2,75	23,62	14,28	4,00	13,28	14,57	5,85	14,18	107,63	10,76	
34	Colocar módulos altos y bajos (repicero, condimetro) en pallets	0,28	0,38	0,28	0,25	0,28	0,27	0,28	0,27	0,28	0,28	2,87	0,29	
35	Mov	1,20												
36	Tomar partes del pallet	0,62	1,22	3,32	0,87	1,15	2,38	0,93	1,62	0,72	0,27	13,08	1,31	
37	Limpiar lámina extra	0,97	3,13	0,20	0,90	1,02	1,72	0,80	0,93	1,18	2,15	13,00	1,30	
38	Armar módulo según las especificaciones	14,13	20,53	21,25	17,68	18,33	20,05	19,48	20,62	19,20	19,38	190,67	19,07	
39	Tomar partes para el ensamble de puertas	0,60	0,42	0,48	0,33	0,28	0,77	0,62	1,90	0,77	0,32	6,08	0,61	
40	Colocar bisagra en puerta(s)	1,18	1,45	1,22	1,15	1,37	1,12	1,15	1,37	1,15	1,15	12,30	1,23	
41	Colocar puerta(s) en módulo	6,43	2,77	4,38	2,63	4,38	5,60	2,50	4,72	3,00	3,45	39,87	3,99	
42	Colocar módulos altos y bajos (repicero, condimetro) en pallets	0,32	0,32	0,27	0,37	0,28	0,23	0,30	0,23	0,43	0,38	3,13	0,31	
43	Mov	1,20												
44	Tomar partes del pallet	0,27	0,57	1,23	0,57	0,22	0,95	0,53	0,65	0,27	0,32	5,57	0,56	
45	Limpiar lámina extra	0,67	0,63	0,82	0,08	0,90	1,02	0,98	0,95	0,88	0,92	7,85	0,79	
46	Armar módulo según las especificaciones	13,83	17,78	18,47	21,22	19,62	19,07	19,33	21,68	17,13	19,57	187,70	18,77	
47	Colocar rieles en módulo	10,10	9,17	7,00	4,05	8,42	5,48	4,28	4,28	4,35	3,85	60,98	6,10	
48	Tomar partes del pallet para armar cajones	0,28	0,37	0,23	0,27	0,32	0,35	0,27	0,23	0,47	0,32	3,10	0,31	
49	Limpiar lámina extra	0,67	0,88	0,98	0,57	1,28	1,23	0,77	1,13	0,97	0,95	9,43	0,94	
50	Armar cajones	9,26	6,50	6,33	0,02	9,10	8,73	7,12	8,70	9,30	8,78	81,87	8,19	
51	Colocar tapa cajones	27,23	27,23	29,02	24,03	26,23	5,48	26,30	25,00	5,63	3,85	200,02	20,00	
52	Colocar módulo cajonero de cocina en pallet	0,38	0,38	0,30	0,27	0,38	0,45	0,45	0,30	0,55	0,62	4,07	0,41	
53	Verificación de información	0,26												
54	Proceso externos	4,85												
55	Espera	0,11												
56	Reproceso	0,17												
57	Mov	3,60												
58	Tomar módulo(s) a embalar de pallets	0,28	0,25	0,17	0,22	0,12	0,13	0,12	0,22	0,18	0,13	1,82	0,18	
59	Limpiar módulo(s) a embalar	3,75	4,72	4,70	3,15	1,30	1,12	2,28	1,23	3,28	1,90	27,43	2,74	
60	Embalar módulo(s) a liberar	2,03	3,08	2,60	2,13	1,18	2,72	1,95	1,78	1,20	2,05	20,73	2,07	
61	Liberar módulos limpios y embalados	0,40	0,37	0,25	0,62	0,15	0,12	0,10	0,30	0,28	0,25	2,83	0,28	

Tabla 23.

## Toma de tiempos parte 3

No.	ACTIVIDAD	Desviación Estándar	Límite Superior	Límite Interior	Promedio Vólido	Valoración			Tiempo básico
						Habilidad	Esfuerzo	Total Valoración	
1	Set up para Corte								7,5333
2	Tomar tablero	0,0364	0,1881	0,1153	0,1583	0,15	0,10	1,2500	0,1979
3	Cortar tablero en las medidas indicadas en la hoja de corte	12,5962	36,2145	11,0221	19,6639	0,13	0,10	1,2300	24,1866
4	Escribir códigos en las piezas cortadas	5,8201	17,7014	6,0453	10,1524	0,11	-0,08	1,0300	10,4570
5	Verificar información								0,3420
6	Colocar piezas cortadas a medida en pallets	0,6866	2,3932	1,0201	1,7786	0,15	0,08	1,2300	2,1876
7	Mov								0,6000
8	Set up para laminado								2,8833
9	Tomar pieza de pallet	0,0196	0,1096	0,0704	0,0861	0,15	0,10	1,2500	0,1076
10	Laminar pieza	0,0326	0,4076	0,3424	0,3762	0,13	0,10	1,2300	0,4627
11	Verificación de información								0,8100
12	Dejar pieza laminada en pallets	0,0486	0,1749	0,0748	0,1143	0,15	0,10	1,2500	0,1429
13	LAMINADO Clasificación								0,3100
14	Mov								3,3000
15	Set up acanalado								7,8833
16	Tomar las piezas cortadas o laminadas del pallet	0,0355	0,1539	0,0828	0,1238	0,15	0,10	1,2500	0,1548
17	Realizar acanalado de piezas	0,0137	0,1921	0,1646	0,1524	0,13	0,08	1,2100	0,1844
18	Verificación de información								0,2700
19	Dejar piezas acanaladas en pallets	0,0874	0,2174	0,0426	0,1524	0,15	0,10	1,2500	0,1905
20	ACANALADO Clasificación								0,0840
21	Mov								6,8333
22	Codificar medidas en máquina CNC								6,8333
23	Tomar puertas y/o laterales de pallets	0,0284	0,2234	0,1666	0,1972	0,15	0,10	1,2500	0,2465
24	Realizar perforación en puertas y/o laterales	0,0584	0,8150	0,6903	0,7806	0,10	0,05	1,1500	0,8976
25	Verificar información								0,2100
26	Colocar puertas perforadas y/o laterales perforados en pallets	0,0309	0,2625	0,2008	0,2444	0,15	0,10	1,2500	0,3056
27	Mov								1,2000
28	Tomar partes del pallet	0,5795	1,9728	0,8138	1,3056	0,15	0,08	1,2300	1,6058
29	Limpiar lámina extra	0,3145	1,1395	0,5105	0,6806	0,15	0,05	1,2000	0,8167
30	Armar módulo según las especificaciones	5,8890	33,9624	22,1843	27,2958	0,11	0,10	1,2100	33,0280
31	Tomar partes para el ensamble de puertas	0,5062	1,2429	0,2304	0,4889	0,15	0,08	1,2300	0,6013
32	Colocar bisagra en puerta(s)	0,4599	1,9532	1,0334	1,3854	0,13	0,08	1,2100	1,6764
33	MODULOS SIMPLES Colocar puerta(s) en módulo	6,8397	17,6031	3,9236	8,8417	0,13	0,08	1,2100	10,6984
34	DE 90 Colocar módulos altos y bajos (repicero, condimetro) en pallets	0,0358	0,3225	0,2508	0,2944	0,15	0,10	1,2500	0,3681
35	Mov								1,2000
36	Tomar partes del pallet	0,9169	2,2253	0,3914	1,4241	0,15	0,08	1,2300	1,7516
37	Limpiar lámina extra	0,8311	2,1311	0,4689	1,3313	0,15	0,05	1,2000	1,5975
38	Armar módulo según las especificaciones	2,0377	21,1043	17,0290	19,86	0,11	0,10	1,2100	24,0261
39	Tomar partes para el ensamble de puertas	0,3596	0,9680	0,2487	0,6672	0,15	0,08	1,2300	0,8206
40	Colocar bisagra en puerta(s)	0,1186	1,3486	1,1114	1,1595	0,13	0,08	1,2100	1,4030
41	MODULOS SIMPLES Colocar puerta(s) en módulo	1,3428	5,3295	2,6439	4,0429	0,13	0,08	1,2100	4,8919
42	DE 60 Colocar módulos altos y bajos (repicero, condimetro) en pallets	0,0652	0,3785	0,2482	0,3333	0,15	0,10	1,2500	0,4167
43	Mov								1,2000
44	Tomar partes del pallet	0,3272	0,8839	0,2295	0,4524	0,15	0,08	1,2300	0,5564
45	Limpiar lámina extra	0,2770	1,0620	0,5080	0,8630	0,15	0,05	1,2000	1,0356
46	Armar módulo según las especificaciones	2,2197	20,9897	16,5503	19,0813	0,11	0,10	1,2100	23,0883
47	Colocar rieles en módulo	2,3779	8,4762	3,7204	5,2146	0,13	0,08	1,2100	6,3096
48	Tomar partes del pallet para armar cajones	0,0712	0,3812	0,2388	0,3292	0,15	0,08	1,2300	0,4049
49	Limpiar lámina extra	0,2336	1,1770	0,7097	1,0139	0,15	0,05	1,2000	1,2167
50	Armar cajones	1,1376	9,3243	7,0490	8,6292	0,15	0,10	1,2500	10,7865
51	Colocar tapa cajones	10,4547	30,4564	9,5469	26,4357	0,15	0,08	1,2300	32,5159
52	ENSAMBLE Colocar módulo cajonero de cocina en pallet	0,1112	0,5178	0,2955	0,3762	0,15	0,10	1,2500	0,4702
53	CAJONEROS Verificación de información								0,2600
54	Procesos externos								4,8500
55	Espera								0,1100
56	Reproceso								0,1700
57	Mov								3,6000
58	Tomar módulo(s) a embalar de pallets	0,0585	0,2402	0,1232	0,1979	0,13	0,10	1,2300	0,2434
59	Limpiar módulo(s) a embalar	1,3794	4,1227	1,3639	2,8733	0,15	0,02	1,1700	3,3618
60	Emballar módulo(s) a liberar	0,6120	2,6854	1,4613	2,1810	0,15	0,10	1,2500	2,7262
61	EMBALAJE Liberar módulos limpios y embalados	0,1540	0,4373	0,1294	0,2857	0,13	0,10	1,2300	0,3514

Luego de esto se realizó el cálculo para la obtención del tiempo básico de las actividades de los procesos, la cual se demuestra más a detalle en la tabla 24, en este se detalla la cantidad de materia prima, partes o piezas de cada proceso para la realización de un metro lineal, según el plano explicado en líneas anteriores.

Tabla 24.

## Cálculo de tiempo estándar.

Cod.	ACTIVIDAD	Tiempo Básico (minutos)	TIEMPO ESTÁNDAR			
			Coefficiente de descuento	Frecuencia/ Unidad	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo (minutos)
1	Set up para Corte	7,533	1,110	1,000	7,533	7,533
2	Tomar tablero	0,198	1,260	1,810	0,451	7,985
3	Cortar tablero en las medidas indicadas en la hoja de corte	24,187	1,230	1,810	53,847	61,831
4	Escribir códigos en las piezas cortadas	10,457	1,170	1,810	22,145	83,976
5	Verificar información	0,342	1,200	1,000	0,342	84,318
6	Colocar piezas cortadas a medida en pallets	2,188	1,220	1,810	4,831	89,149
7	MOVIMIENTO	0,800	1,150	1,000	0,800	89,949
8	Set up para laminado	2,883	1,220	1,000	2,883	92,832
9	Tomar pieza de pallet	0,108	1,220	25,210	3,311	96,143
10	Laminar pieza	0,463	1,000	6,250	2,892	99,035
11	Verificación de información	0,810	1,220	1,000	0,810	99,845
12	Dejar pieza laminada en pallets	0,143	1,000	25,210	3,601	103,446
13	Clasificación	0,310	1,200	1,000	0,310	103,756
14	MOVIMIENTO	3,300	1,170	1,000	3,300	107,056
15	Set up Acanalado	7,883	1,200	1,000	7,883	114,939
16	Tomar las piezas cortadas o laminadas del pallet	0,155	1,190	6,100	1,123	116,063
17	Realizar acanalado de piezas	0,184	1,000	6,100	1,125	117,187
18	Verificación de información	0,270	1,200	1,000	0,270	117,457
19	Dejar piezas acanaladas en pallets	0,190	1,000	6,100	1,162	118,619
20	Clasificación	0,084	1,200	1,000	0,084	118,703
21	MOVIMIENTO	6,833	1,210	1,000	6,833	125,537
22	Codificar medidas en máquina CNC	6,833	1,210	1,000	8,268	133,805
23	Tomar puertas y/o laterales de pallets	0,247	1,190	1,760	0,516	134,321
24	Realizar perforación en puertas y/o laterales	0,898	1,000	1,760	1,580	135,901
25	Verificación de información	0,210	1,210	1,000	0,210	136,111
26	Colocar puertas perforadas y/o laterales perforados en pallets	0,306	1,200	1,760	0,645	136,757
27	MOVIMIENTO	1,200	1,210	1,000	1,200	137,957
28	Tomar partes del pallet	1,606	1,180	0,510	0,966	138,923
29	Limpiar lámina extra	0,817	1,240	0,510	0,516	139,439
30	Armar módulo según las especificaciones	33,028	1,230	0,510	20,718	160,158
31	Tomar partes para el ensamble de puertas	0,601	1,220	0,510	0,374	160,532
32	Colocar bisagra en puerta(s)	1,676	1,250	0,510	1,069	161,601
33	Colocar puerta(s) en módulo	10,698	1,220	0,510	6,657	168,257
34	Colocar módulos altos y bajos (repicero, condimetro) en pallets	0,368	1,200	0,510	0,225	168,482
35	MOVIMIENTO	1,200	1,190	1,000	1,200	169,682
36	Tomar partes del pallet	1,752	1,140	0,780	1,558	171,240
37	Limpiar lámina extra	1,598	1,200	0,780	1,495	172,735
38	Armar módulo según las especificaciones	24,026	1,140	0,780	21,364	194,099
39	Tomar partes para el ensamble de puertas	0,821	1,200	0,780	0,768	194,867
40	Colocar bisagra en puerta(s)	1,403	1,230	0,780	1,346	196,213
41	Colocar puerta(s) en módulo	4,892	1,220	0,780	4,655	200,868
42	Colocar módulos altos y bajos (repicero, condimetro) en pallets	0,417	1,200	0,780	0,390	201,258
43	MOVIMIENTO	1,200	1,190	1,000	1,200	202,458
44	Tomar partes del pallet	0,556	1,160	0,190	0,123	202,581
45	Limpiar lámina extra	1,036	1,210	0,190	0,238	202,819
46	Armar módulo según las especificaciones	23,088	1,240	0,190	5,440	208,259
47	Colocar rieles en módulo	6,310	1,230	0,190	1,475	209,733
48	Tomar partes del pallet para armar cajones	0,405	1,170	0,190	0,090	209,823
49	Limpiar lámina extra	1,217	1,210	0,190	0,280	210,103
50	Armar cajones	10,786	1,270	0,190	2,603	212,706
51	Colocar tapa cajones	32,516	1,230	0,190	7,599	220,305
52	Colocar módulo cajonero de cocina en pallet	0,470	1,000	0,190	0,089	220,394
53	Verificar información	0,260	1,200	1,000	0,260	220,654
54	Procesos externos	0,260	1,000	1,000	0,260	220,914
55	Espera	4,850	1,000	1,000	4,850	225,764
56	Reproceso	0,110	1,000	1,000	0,110	225,874
57	MOVIMIENTO	3,600	1,200	1,000	3,600	229,474
58	Tomar módulo(s) a embalar de pallets	0,243	1,220	1,470	0,437	229,911
59	Limpiar módulo(s) a embalar	3,362	1,180	1,470	5,831	235,742
60	Embalar módulo(s) a liberar	2,726	1,180	1,470	4,729	240,471
61	Liberar módulos limpios y embalados	0,351	1,220	1,470	0,630	241,101

En la tabla 25 que se muestra a continuación, se detalla las cantidades necesarias de cada parte para realizar un módulo de cocina (de 1 metro lineal) como se describió líneas atrás.

Tabla 25.

Cantidades necesarias para realización de un metro lineal de modular de cocina promedio.

PROCESO	Cantidad	Unidad	Metro lineal
Corte	1,81	Tablero	
Laminado	25,21	Piezas	
Acanalado	6,1	Piezas	
Perforado	1,76	Puertas	
Ensamble módulos simples de 90	0,51	módulo	
Ensamble módulos simples de 60	0,78	módulo	
Ensamble módulos cajones de 4 cajones	0,19	módulo	
Embalaje	1,47	módulo	

En la tabla (cálculo de tiempo estándar), se presenta el resultado del tiempo estándar, para este cálculo de tiempo estándar, se utilizó el análisis de coeficiente de descuento de cada proceso, el cual esta especificado en la tabla 26, por lo tanto, se logró obtener el resultado del tiempo de ciclo acumulado. La empresa demora en total de 209,38 minutos para la realización de un metro lineal de cocina.

Tabla 26.

Análisis de coeficiente de descuento

Cód.	ACTIVIDAD	SEXO	1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AJUSTADAS AL SUPLEMENTO BÁSICO POR TARETA										TOTAL	Índice	
			Requeridos personales	Por fatiga	el fact por trabajo de pie	el fact por postura anormal	el fact de peso y uso de fuerza	el fact de la calidad del aire	el Tenimiento Visual	el Tenimiento Auditivo	el Proc. completo	el Montaje Mensal	el Montaje Físico				
1	Set up para Corte	M	5	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	11	0,11
2	Tomar tablero	M	5	4	2	2	2	0	3	2	3	0	1	2	26	0,26	
3	Cortar tablero en las medidas indicadas en la hoja de corte	M	5	4	2	1	1	0	3	0	3	0	4	0	23	0,23	
4	Escribir códigos en las piezas contadas	M	5	0	2	0	0	0	3	1	2	0	1	2	17	0,17	
5	Colocar piezas cortadas a medida en pallets	M	5	4	2	0	0	0	3	0	3	0	1	2	20	0,2	
6	MOVIMIENTO DE PIEZAS	M	5	4	2	1	5	0	3	0	2	0	0	0	22	0,22	
7	Set up para laminado	M	5	0	2	0	0	0	3	1	3	0	1	0	15	0,15	
8	Tomar pieza de pallet	M	5	4	2	1	1	0	3	0	3	0	1	2	22	0,22	
9	Laminar pieza	M	5	4	2	1	1	0	3	0	3	0	1	2	22	0,22	
10	Verificar información	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Dejar pieza laminada en pallets	M	5	4	2	1	1	0	3	0	3	0	1	2	22	0,22	
12	Clasificar	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	MOVIMIENTO DE PIEZAS	M	5	4	2	1	3	0	3	0	2	0	0	0	20	0,2	
14	Set up acanalado	M	5	0	2	0	0	0	3	0	3	0	4	0	17	0,17	
15	Tomar las piezas cortadas o laminadas del pallet	M	5	4	2	0	0	0	3	0	3	0	1	2	20	0,2	
16	Realizar acanalado de piezas	M	5	4	2	0	0	0	3	1	3	0	1	0	19	0,19	
17	Verificar información	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	Dejar piezas acanaladas en pallets	M	5	4	2	0	0	0	3	0	3	0	1	2	20	0,2	
19	Clasificar	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	MOVIMIENTO DE PIEZAS	M	5	4	2	1	3	0	3	0	2	0	0	0	20	0,2	
21	Codificar medidas en máquina CNC	M	5	0	2	0	0	0	3	1	2	0	8	0	21	0,21	
22	Tomar puertas y/o laterales de pallet	M	5	4	2	1	1	0	3	0	2	0	1	2	21	0,21	
23	Realizar perforación en puertas y/o laterales	M	5	4	2	1	1	0	3	0	2	0	1	0	19	0,19	
24	Verificar información	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	Colocar puertas perforadas y/o laterales perforados en pallets	M	5	4	2	1	1	0	3	0	2	0	1	2	21	0,21	
26	MOVIMIENTO DE PIEZAS	M	5	4	2	1	3	0	3	0	2	0	0	0	20	0,2	
27	Tomar partes del pallet	M	5	4	2	1	1	0	3	0	2	0	1	2	21	0,21	
28	Limpia lámina extra	M	5	0	2	0	0	2	3	1	2	0	1	2	18	0,18	
29	Armar módulo según las especificaciones	M	5	4	2	2	2	2	3	1	2	0	0	24	0,24		
30	Tomar partes para el ensamble de puertas	M	5	4	2	1	1	2	3	0	2	0	1	2	23	0,23	
31	Colocar puertita en módulo	M	5	4	2	1	1	2	3	1	2	0	1	0	22	0,22	
32	Colocar puertita en puerta(s)	M	5	4	2	1	1	2	3	1	2	0	4	0	25	0,25	
33	Colocar módulos altos y bajos (repicero, condimetro) en pallets	M	5	4	2	1	2	0	3	0	2	0	1	2	22	0,22	
34	MOVIMIENTO DE PIEZAS	M	5	4	2	1	3	0	3	0	2	0	0	0	20	0,2	
35	Tomar partes del pallet	M	5	4	2	1	1	0	2	0	1	0	1	2	19	0,19	
36	Limpia lámina extra	M	5	0	2	0	0	2	3	1	1	0	1	2	14	0,14	
37	Armar módulo según las especificaciones	M	5	4	2	1	1	2	2	1	1	0	1	0	20	0,2	
38	Tomar partes para el ensamble de puertas	M	5	0	2	1	1	0	2	1	1	0	1	0	14	0,14	
39	Colocar bisagra en puerta(s)	M	5	4	2	1	1	2	2	1	1	0	1	0	20	0,2	
40	Colocar puertita en módulo	M	5	4	2	1	1	2	2	1	1	0	4	0	23	0,23	
41	Colocar módulos altos y bajos (repicero, condimetro) en pallets	M	5	4	2	1	2	0	2	0	1	0	1	2	22	0,22	
42	MOVIMIENTO DE PIEZAS	M	5	4	2	1	3	0	3	0	2	0	0	0	20	0,2	
43	Tomar partes del pallet	M	5	4	2	1	1	0	2	0	1	0	1	2	19	0,19	
44	Limpia lámina extra	M	5	0	2	0	0	2	2	1	1	0	1	2	16	0,16	
45	Armar módulo según las especificaciones	M	5	4	2	1	1	2	2	2	1	0	1	0	23	0,23	
46	Colocar rieles en módulo	M	5	4	2	1	1	2	2	2	1	0	4	0	24	0,24	
47	Tomar partes del pallet para armar cajones	M	5	4	2	1	1	2	2	2	1	0	1	2	23	0,23	
48	Limpia lámina extra	M	5	0	2	1	1	2	2	2	1	0	1	2	17	0,17	
49	Armar cajones	M	5	4	2	1	1	2	2	2	1	0	1	0	21	0,21	
50	Colocar tapa cajones	M	5	4	2	1	1	2	2	5	1	0	4	0	27	0,27	
51	Colocar módulo cajonero de cocina en pallet	M	5	4	2	1	2	4	2	4	1	0	2	23	0,23		
52	Verificar información	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	MOVIMIENTO DE PIEZAS	M	5	4	2	2	3	0	3	0	1	0	0	0	20	0,2	
54	Tomar módulo(s) a embalar de pallets	M	5	4	2	1	1	2	2	2	0	0	1	2	22	0,22	
55	Limpia módulo(s) a embalar	M	5	4	2	2	1	0	2	0	1	0	1	0	18	0,18	
56	Embalaje módulo(s) a liberar	M	5	4	2	2	1	0	2	0	1	0	1	0	18	0,18	
57	Liberar módulos limpios y embalados	M	5	4	2	2	3	0	2	0	1	0	1	2	22	0,22	

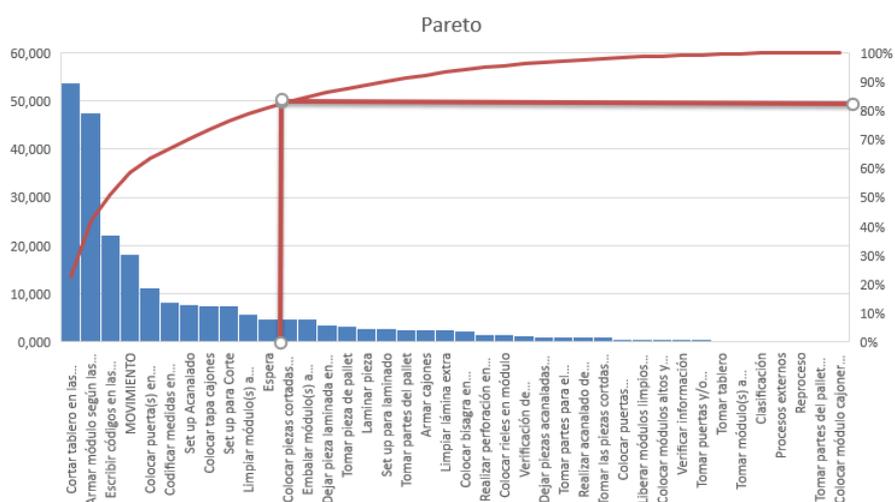
Teniendo como resultado que en una hora se pueden realizar 0,29 metros lineales de cocina lo que corresponde a 1,7 metros lineales por jornada, se debe tener en cuenta que la empresa no solo se dedica a la producción de cocinas, por ende, el tiempo que dispone por día para esta actividad es de 2,72 horas, dando como producción mensual: 37,4 metros lineales de cocinas al mes. En el siguiente cuadro se resume lo descrito sobre el tiempo que le toma a la empresa actualmente realizar un metro lineal.

Tabla 27.

*Tiempos de producción de modular de cocina promedio.*

<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>	<b>209,38</b>	<b>min/metro lineal</b>
<b>PRODUCCIÓN POR HORA</b>	0,28	metros lineales
<b>PRODUCCIÓN POR JORNADA</b>	1,70	metros lineales
<b>PRODUCCIÓN MENSUAL</b>	37,40	metros lineales

Por medio del estudio de tiempos realizado y la obtención del tiempo estándar, se pudo realizar el diagrama de 80-20 (Pareto) de los tiempos que más toma realizar las actividades del proceso de un metro lineal de cocina, dicho diagrama esta expresado en el siguiente gráfico del cual podemos ver que los tiempos más demorosos en el proceso son: el corte de tablero, armado de los diferentes módulos, escribir los códigos en las piezas que salen del corte, el movimiento de las partes y piezas de un área a otra, el laminado de partes y piezas, el set up del acanalado y de corte y la espera de material por parte de bodega.



*Figura 56. Diagrama de Pareto de los procesos para realización de modular de cocina promedio.*

### 3.6 Diagramas de Ishikawa

En los siguientes diagramas de Ishikawa, se especifican las causas de la ineficiencia en los procesos de corte, laminado, acanalado, ensamble y embalaje:

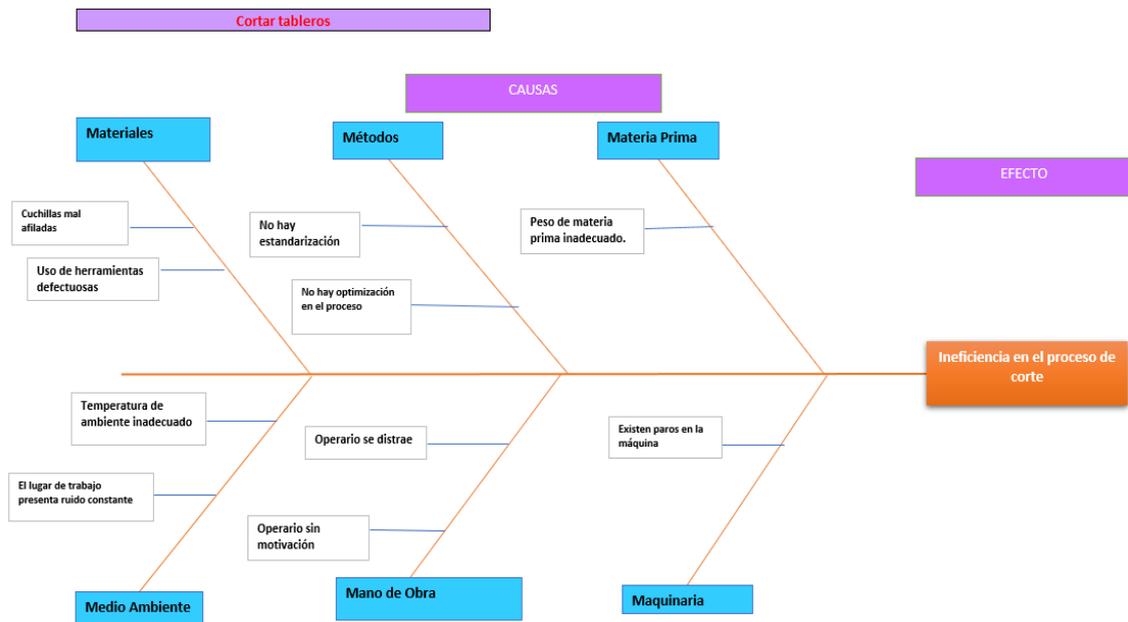


Figura 57. Diagrama Ishikawa del proceso de corte

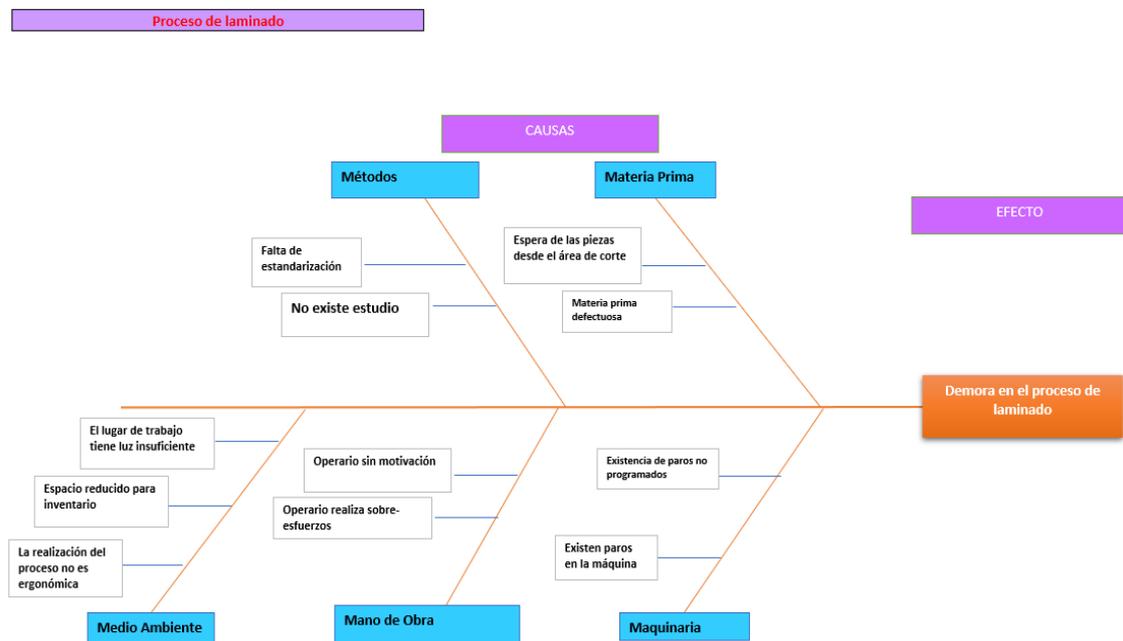


Figura 58. Diagrama Ishikawa del proceso de laminado de piezas.

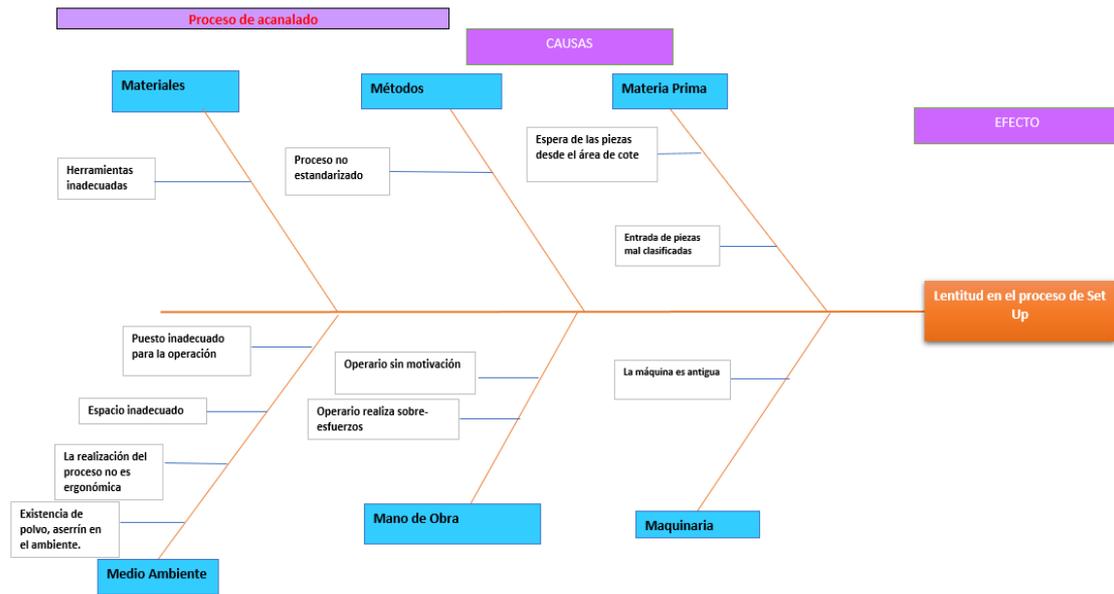


Figura 59. Diagrama Ishikawa del proceso de acanalado de piezas.

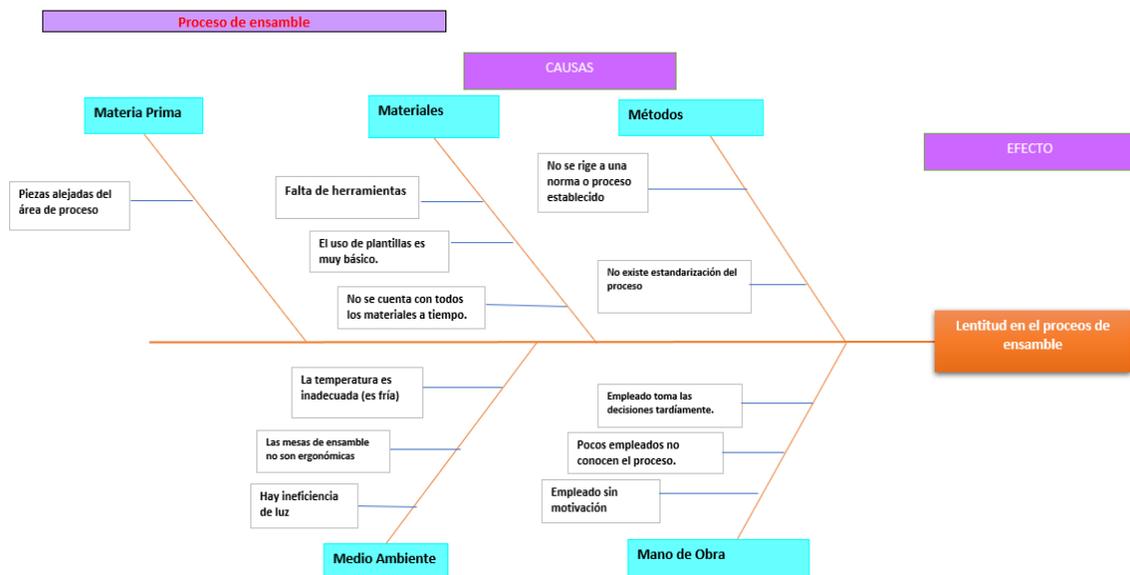


Figura 60. Diagrama Ishikawa del proceso de ensamble de módulos de cocina.

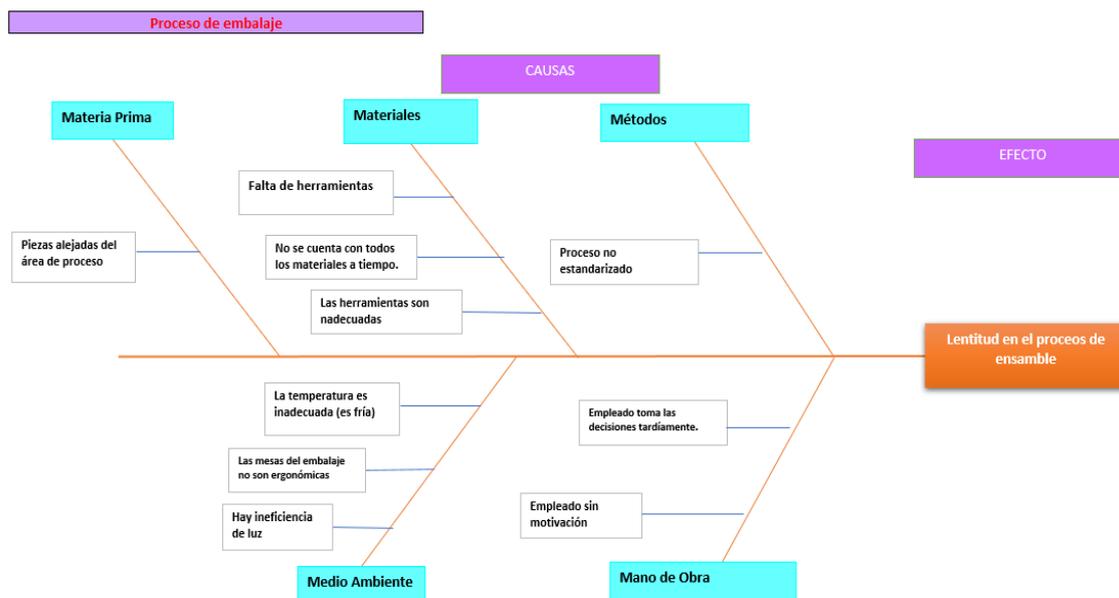


Figura 61. Diagrama Ishikawa del proceso de embalaje de módulos de cocina.

### 3.7 Análisis causa raíz

Como se puede observar en la figura 62, el diagrama de Pareto, los problemas principales se dan en el proceso de corte y en el armado o ensamblado de los módulos por lo cual se enfocará al análisis de causa raíz a dichos procesos y así poder atacar a la causa raíz mas no solo a una causa.

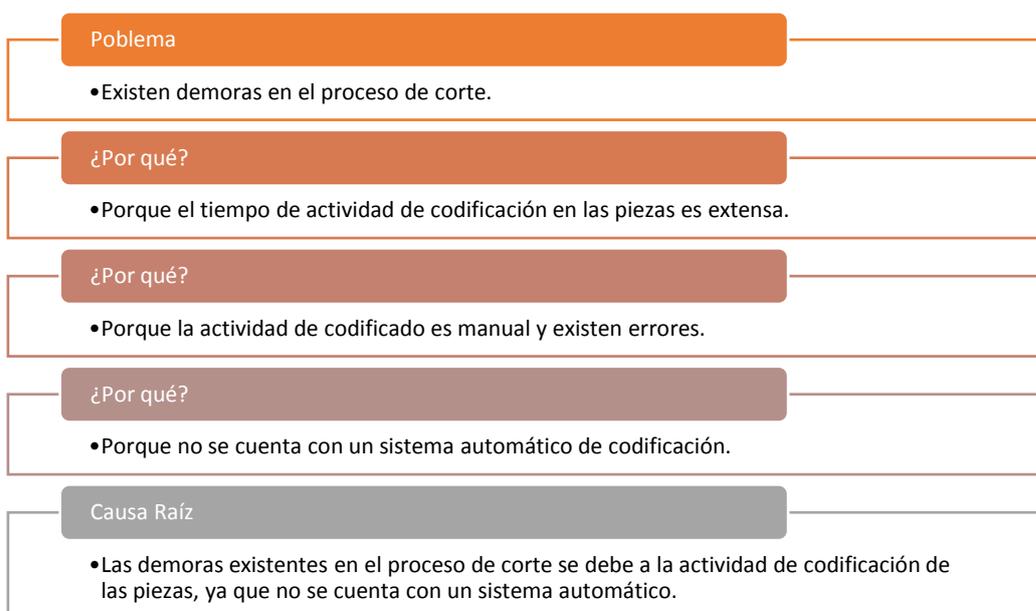
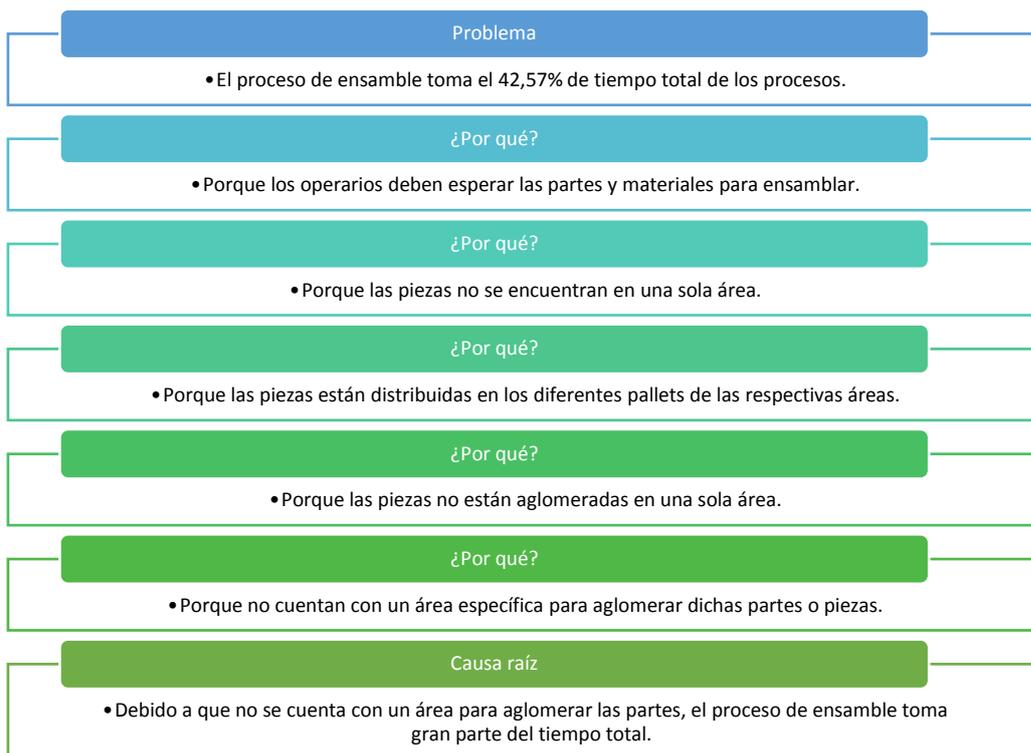


Figura 62. Análisis de causa raíz partiendo del proceso de corte.



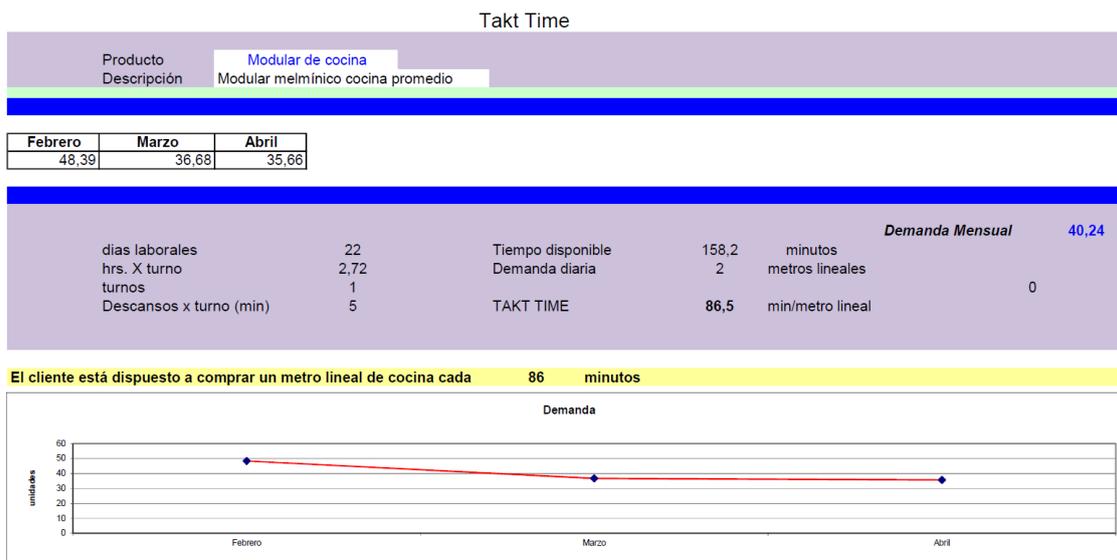
*Figura 63.* Análisis de causa raíz partiendo del proceso de ensamble.

### 3.7.1 Diagrama de flujo de los procesos

### 3.7.2 Análisis de la cadena de valor (VSM) actual.

Para realizar el análisis de la cadena de valor se debe tomar en cuenta el tiempo de ritmo de producción (takt time), con el cual también se podrá analizar el cuello de botella.

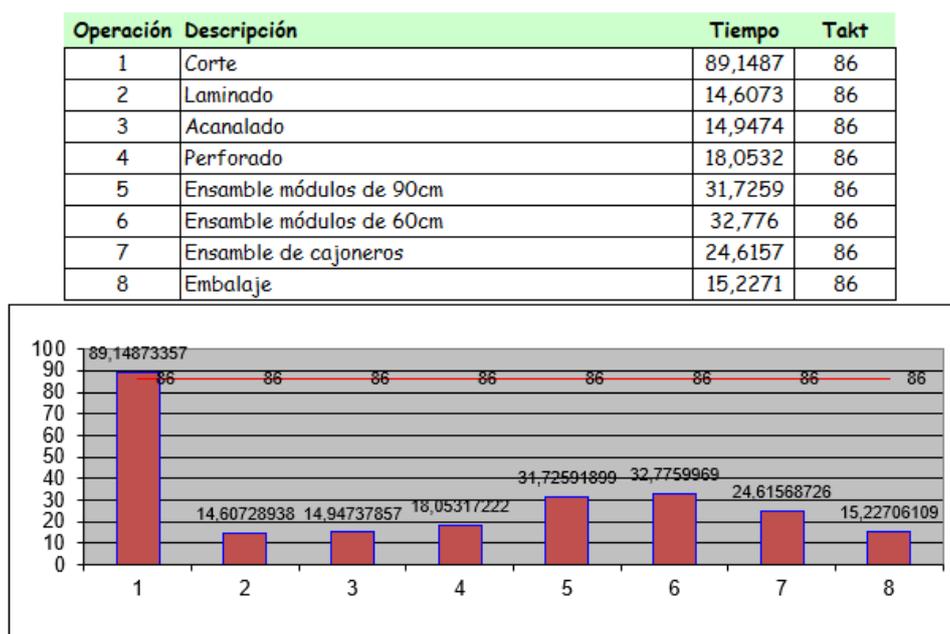
Para la obtención del takt time de la empresa para la realización de modulares de cocina, se consideró la demanda y el tiempo que la empresa tiene para cubrir con dicha demanda. En la figura 64, se muestra una tabla con los datos descritos anteriormente y por medio de los cuales se pudo obtener el takt time el cual es: 86,5 minutos por metro lineal.



**Figura 64.** Cálculo de Takt Time

Por medio del takt time se realizó la pared de balanceo, para encontrar el cuello de botella, el cual se ve reflejado en el proceso de corte de los tableros. Esto indica que se deben tomar acciones para eliminar o tratar de reducir el tiempo empleado en dicho proceso, y así poder cubrir la demanda eliminando problemas por incumplimiento de pedidos.

En la figura 65, se puede observar la pared de balanceo de la empresa actualmente, con el takt time y tiempos.



**Figura 65.** Pared de balanceo del producto cocina actual de FORMACTUAL.

Para la realización del análisis la cadena de valor de los muebles modulares se definirán las familias, del cual se tomará el producto que más actividad abarque para proceder con el análisis y realización de VSM.

En la siguiente tabla, se describe la relación de productos en familias que existe en los muebles modulares, demostrando que el mueble de cocina, clósets y baños son aquellos que pasan por la gran mayoría de los procesos, siendo los más completos.

Tabla 28.

*Familia de productos en melamínico.*

Productos	Actividad de producción						
	Corte	Laminado	Acanalado	Perforado	Prensado	Ensamble	Despacho
Cocinas	X	X	X	X		X	X
Clósets	X	X	X	X		X	X
Baños	X	X	X	X		X	X
Estaciones de trabajo	X	X	X	X		X	X
Escritorios	X	X				X	X
Ventanas	X	X			X	X	X
Puertas	X	X		X	X	X	X

Para el mapeo de la cadena de valor se tomó en cuenta el estudio previo del tiempo estándar y de inventario en proceso, este mapeo sirve para tener de una manera visual como la empresa está realizando actualmente un metro lineal de cocina. Se ha escogido el producto cocina ya que como dicho líneas atrás es el que más se vende y el que pasa por la mayor parte de los procesos, es decir es un referente para los demás productos que realiza la empresa en melamínico.

Para los datos presentados en el mapeo de la cadena de valor también se realizó el cálculo del OEE que se tiene en las máquinas de la planta, las cuales son, para el proceso de corte la máquina seccionadora eléctrica, para el proceso de laminado se utiliza la máquina laminadora, para el proceso de acanalado se utiliza la máquina acanaladora, y para el proceso de perforado de puertas se utiliza la máquina CNC.

En las siguientes tablas se presenta de cada máquina su efectividad total del equipo o por sus siglas en inglés OEE.

OEE Corte	
Tiempo total de operación	480 minutos
Disponibilidad	97,04%
Tiempo planificado de operación	254,4 minutos
Pérdidas programas	225,4 minutos
Tiempo operación planificado	246,87 minutos
Pérdidas o paras no programadas	7,53 minutos
Eficiencia	71,14%
Cantidad o piezas producidas	5,2 tableros
Cantidd ideal	7,31 tableros
Calidad	92,37%
Cantidad o piezas producidas	4,59 tableros
Piezas buenas	4,24 tableros
Piezas defectuosas	0,35 tableros
OEE	63,77%

Figura 66. OEE de máquina de corte.

La máquina al encontrarse con un OEE del 63,77% demuestra ser inaceptable, poniendo en peligro perdidas económicas a la empresa por la muy baja competitividad.

OEE Laminado	
Tiempo total de operación	480 minutos
Disponibilidad	98,87%
Tiempo planificado de operación	254,4 minutos
Pérdidas programas	225,4 minutos
Tiempo operación planificado	251,52 minutos
Pérdidas o paras no programadas	2,88 minutos
Eficiencia	71,82%
Cantidad o piezas producidas	73,109 piezas
Cantidd ideal	101,797 piezas
Calidad	77,78%
Cantidad o piezas producidas	54 piezas
Piezas buenas	42 piezas
Piezas defectuosas	12 piezas
OEE	55,23%

Figura 67. OEE de máquina de laminado.

La máquina de lamiendo al presentar un OEE del 55,23% también demuestra ser inaceptable por reflejar una competitividad muy baja.

OEE Acanalado	
Tiempo total de operación	480 minutos
Disponibilidad	96,90%
Tiempo planificado de operación	254,4 minutos
Pérdidas programas	225,4 minutos
Tiempo operación planificado	246,517 minutos
Pérdidas o paras no programadas	7,883 minutos
Eficiencia	71,82%
Cantidad o piezas producidas	17,69 piezas
Cantidd ideal	24,6318 piezas
Calidad	89,29%
Cantidad o piezas producidas	28 piezas
Piezas buenas	25 piezas
Piezas defectuosas	3 piezas
OEE	62,14%

Figura 68. OEE de máquina de acanalado.

La máquina de acanalado al presentar un OEE del 62,14%, demuestra ser inaceptable.

OEE CNC perforado	
Tiempo total de operación	480 minutos
Disponibilidad	97,32%
Tiempo planificado de operación	254,4 minutos
Pérdidas programas	225,4 minutos
Tiempo operación planificado	247,57 minutos
Pérdidas o paras no programadas	6,83 minutos
Eficiencia	71,82%
Cantidad o piezas producidas	5,104 piezas
Cantidd ideal	7,10688 piezas
Calidad	92,98%
Cantidad o piezas producidas	7,12 piezas
Piezas buenas	6,62 piezas
Piezas defectuosas	0,5 piezas
OEE	64,98%

Figura 69. OEE de máquina de perforado.

La máquina de perforado al demostrar un OEE del 64,98%, refleja ser regular, lo cual es aceptable solo si está en proceso de mejora, caso contrario demuestra una competitividad baja.

Los OEE calculados nos indica que las horas que realmente se dedica a producir un producto de calidad es bajo, se recomienda tener un OEE por sobre el 80%. Siendo la máquina de laminado con el nivel de OEE más bajo a comparación de las demás.

En la figura 70, se presenta el mapeo de la cadena de valor actual para el proceso de modulares de cocina, tomando como inicio la entrada de materia prima desde la bodega, hasta el mueble embalado y entregado a la bodega de salida.

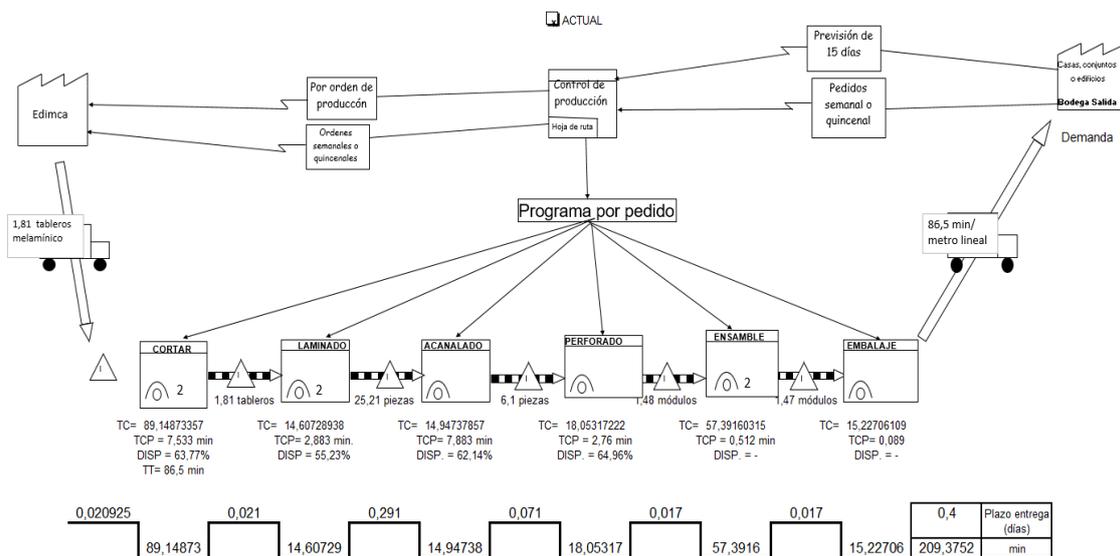


Figura 70. VSM actual.

El diagrama de la cadena de valor tiene el objetivo de demostrar gráficamente como la empresa está marchando actualmente y así tener facilidad al momento de proponer soluciones. Por lo tanto, se presenta un diagrama planteando mediante rayos *Kaizen* (las cuales son las ideas de mejora) que se han podido identificar para dar paso a la mejora continua en el proceso.

En la figura 71, se puede observar el diagrama de la cadena de valor con los rayos *Kaizen* para la mejora del proceso.

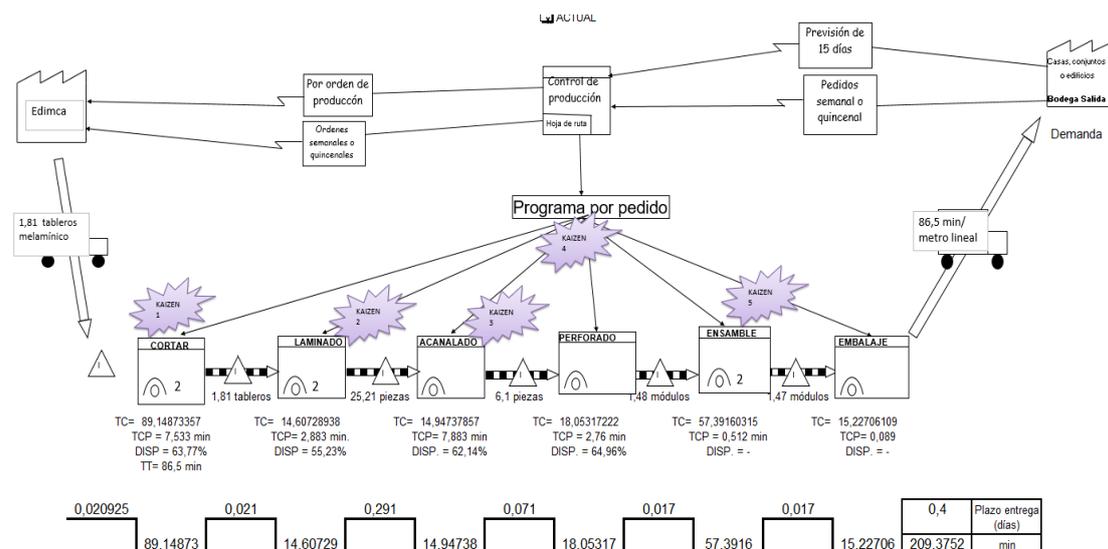


Figura 71. VSM con rayos kaizen.

En la siguiente tabla, se muestra a detalle las mejoras que se han podido visualizar por medio del mapeo de la cadena de valor.

Tabla 29.

Descripción rápida de propuestas de mejora.

Número	Área	Descripción Oportunidad	Estrategia	Muda	Herramienta propuesta	Objetivo
1	Corte	Kanban de administración visual	Realizar un etiquetado automático	Espera/ Sobreproducción	Kanban - Andon (Visual) Nueva forma de etiquetado	Disminuir el tiempo invertido en este proceso.
2	Laminado	Kanban en movimiento de material del proceso	Colocar un transportador de inventario ágil	Transporte/ movimiento	Estación Kanban	Minimizar el tiempo de movimiento de piezas
3	Acanalado	Kanban en movimiento de material del proceso	Colocar un transportador de inventario ágil	Transporte/ movimiento	Estación Kanban	Minimizar el tiempo de movimiento de piezas
3		Implementación de 5'Ss	Colocar las herramientas para el Set Up en un lugar específico	Espera	5'Ss/ SMED	Tener un lugar específico para las herramientas adecuadas para el Set Up de la máquina
4	Producción	Mejorar el flujo de producción	Controlar la producción de manera visual	Sobreproducción/ esperas/ movimientos/ Talento sin acción	Kanban-Andon (Visual)	Eliminar la sobreproducción, las esperas, los reprocesos en la producción

4		Mejorar el movimiento de partes y piezas en la producción	Realizar un sistema en el que se pueda clasificar y transportar las partes y piezas de los módulos	Movimiento/ Transporte/sobreproducción	Estación <i>Kanban</i>	Minimizar el tiempo de ciclo de la producción de modulares de cocina
5	Ensamble	Disminuir el tiempo de ensamble de los módulos	Realizar unas plantillas que ayuden al armado del módulo	Productos defectuosos/ Procesamiento	<i>Poka Yoke</i>	Mediante la implementación de plantillas, disminuir el tiempo de armado de los módulos (cajoneros)
6	Todos los procesos.	Mejorar la calidad del producto	Realizar un manual de los procesos	Esperas/ Procesamiento	Hojas SOS (hojas de trabajo estandarizado)	Mediante la elaboración de hojas de trabajo estandarizado.

### 3.7.3 Simulación FlexSim

Para la realización de la simulación se han considerado los tiempos obtenidos, tomando en cuenta que la simulación se hará para un metro lineal de cocina.

En la simulación la ubicación de máquinas está de acuerdo al lay-out de la empresa, la cual fue facilitada por el ingeniero de planta. En la simulación se puede observar 6 operarios, pero se representó con el mismo color a un operario, por ejemplo, el operario de corte es de color amarillo y el operario de ensamble y limpieza es del mismo color, lo que quiere decir que es el mismo operario quien realiza dos procesos. En la figura 72, se demuestra la presentación de una de las escenas de la simulación.

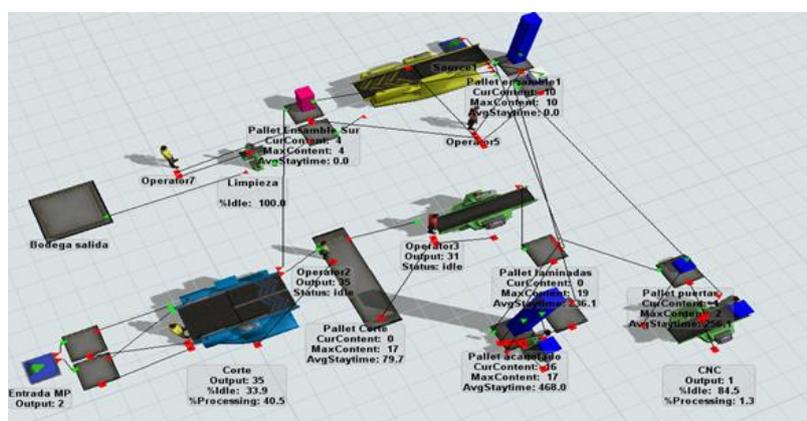


Figura 72. Simulación del proceso de modulares de cocina realizado en FlexSim.

Mediante este simulador podemos observar las estadísticas de lo que realiza cada operario, en este caso por el metro lineal de cocina. Como se explicó en líneas anteriores los operarios están representados por colores, este caso el “Operator1” es el mismo que el “Operator7,” el “Operator2” es el mismo que el “Operator5,” la figura 73, fue captura en la mitad de la producción en la que se realizan los procesos de laminado, acanalado y perforación, por lo que el “Operator1” (operador de corte) esta desocupado, mientras que el “Operator2” (operador de laminado) es quién está más ocupado, también se observa que el “Operator4” es quien más recorrido realiza de los demás operadores, esto se debe a que el operador clasifica y lleva las partes de un área a otra.

En la figura 73, podemos observar que el “Operator4” recorre un promedio de 0,51 kilómetros solo para la realización de un metro lineal de cocina.

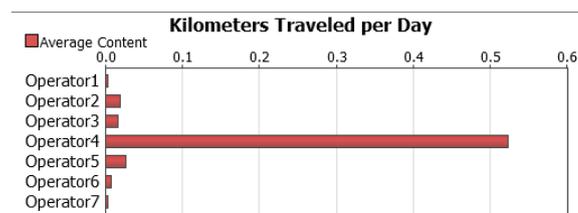


Figura 73. Resultado de kilómetros recorridos al día, mediante FlexSim.

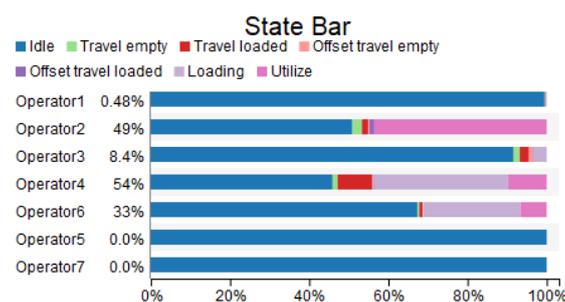


Figura 74. Resultados de los operadores, mediante FlexSim

### 3.8 5'Ss

Para cualquier implementación de mejora, la herramienta de las 5'Ss es esencial, dentro de la empresa se ha tratado de involucrar dicha herramienta, pero debido a varios factores no se ha logrado solidificar entre los operarios.

Los operarios saben que sin un orden y limpieza no se puede tener un lugar de trabajo adecuado e incluso podría haber demoras en el proceso.

En la planta se evidencia la falta de aplicación de la herramienta, en las siguientes imágenes se puede ver las piezas de diferentes partes para el armado de un modular distribuidas en un solo pallet.



*Figura 75.* Pallets en el área de ensamble.



*Figura 76.* Pallets en el área de laminado

De la misma manera se pueden ver en la siguiente foto, que el espacio señalado para el paso de peatones no es respetado.



*Figura 77. Pallet en el área de perforado CNC.*

Los lugares de desecho de los desperdicios de la materia prima están sobre su límite y esto desemboca en un desorden del área.



*Figura 78. Desechos del área de corte.*

El desorden existente en la planta provoca que en el proceso de ensamble de un módulo tome mayor tiempo al momento de buscar las partes, así como al pasar de un proceso a otro deben contar, representando una tarea extra de clasificación; tomando parte del tiempo del proceso en general. Este desorden provoca también incomodidad hacia los operarios ya que no pueden transitar de una manera cómoda a las respectivas áreas.

### 3.9 Hallazgos

Al realizar el levantamiento de los procesos y el estudio de tiempos en los cuales la empresa se maneja, se pudieron encontrar varias oportunidades de mejora.

Al realizar el estudio se observó que el tiempo del proceso de corte de tableros es relativamente alto en comparación con los demás procesos siendo este de 89,15 minutos del tiempo total de producción. Seguido de este proceso está el de ensamble de módulos los cuales suman un tiempo de 89,12 minutos del total de la producción en este se incluye el de movimientos de partes y piezas sumando un total de 15,53 minutos solo en esta actividad.

Otra de las actividades que no agregan valor al producto, pero es importante ya que se puede tener trazabilidad de las piezas a largo de los procesos es el de escribir códigos en las piezas después de que éstas salen del proceso de corte, esta actividad toma un tiempo de 22,15 minutos del proceso general. También se pudo evidenciar un tiempo de espera en el proceso de ensamble, ya que los operarios esperaban que llegue los materiales necesarios desde el área de bodega tomando un tiempo de 4,85 minutos del tiempo total.

Los operarios a cargo del proceso de laminado y acanalado, también están a cargo del proceso de ensamble, es por ello que el promedio de recorrido obtenido mediante la simulación de estos operarios es de: 510 metros para la realización de un metro lineal de modular de cocina en melamínico.

Sumando todos los tiempos de desperdicio y que no agregan valor siendo estos, movimientos y transporte de partes y piezas, esperas, reprocesos, escribir código en partes y piezas, verificar información, tiempos de set up, realización de procesos externos, estos me suman un total de 94,29 minutos, siendo el 45,03% del tiempo total de la producción.

#### **4. CAPÍTULO IV. PROPUESTA DE MEJORA.**

##### **4.1 Mejoramiento del proceso**

Una empresa debe tener en mente mejorar sus procesos siempre, debido a que la competencia cada vez crece rápidamente y el mercado es más exigente, una empresa que no piensa en ir un paso más adelante irá perdiendo su lugar en el mercado.

La mejora continua es utilizada cuando: hay problemas de calidad en el producto, cuando se requiere mejorar la distribución de las áreas, cuando los

tiempos de cambio son elevados, cuando se necesita disminuir el tiempo de respuesta hacia el cliente, cuando es preciso mejorar el orden y la limpieza.

Una vez hallado el problema se debe investigar la causa raíz, para continuar con la búsqueda de una mejor solución a dicha causa.



Figura 79. Diagrama Kaizen.

Tomado de (Intedya, 2016).

#### 4.2 Mejorando con 5'Ss

Para tener resultados eficientes en la producción, las 5'Ss es la base fundamental ya que es una técnica que ayuda a mejorar el orden y limpieza dentro de la empresa, esto beneficia a la organización, puesto que ayuda a reducir los tiempos de desperdicio mejorando el tiempo de la productividad, así también dando satisfacción al personal brindando una atmósfera de trabajo agradable.

En esta propuesta de mejora se presentará un plan de 5'Ss, el cual consiste en un proyecto de concientización capacitando a los operarios. La matriz para el seguimiento se encuentra en la figura 80 y la de auditoria se encuentra en la tabla 30, añadiendo el cronograma el cual se representa en la figura 81 para el seguimiento del plan, con el fin de fomentar esta técnica como parte de cultura dentro de la organización.

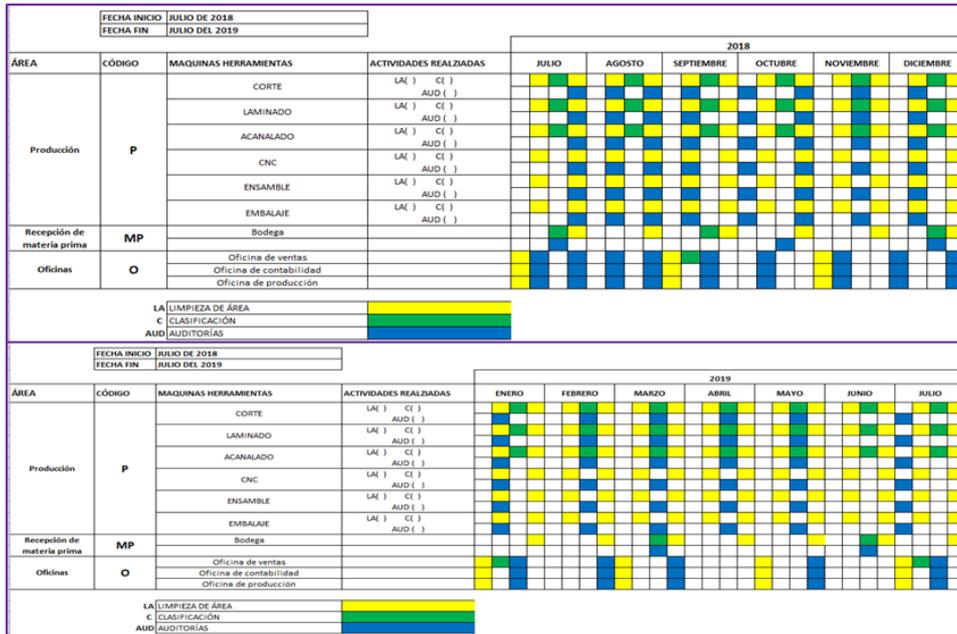


Figura 80. Cronograma de seguimiento 5'S

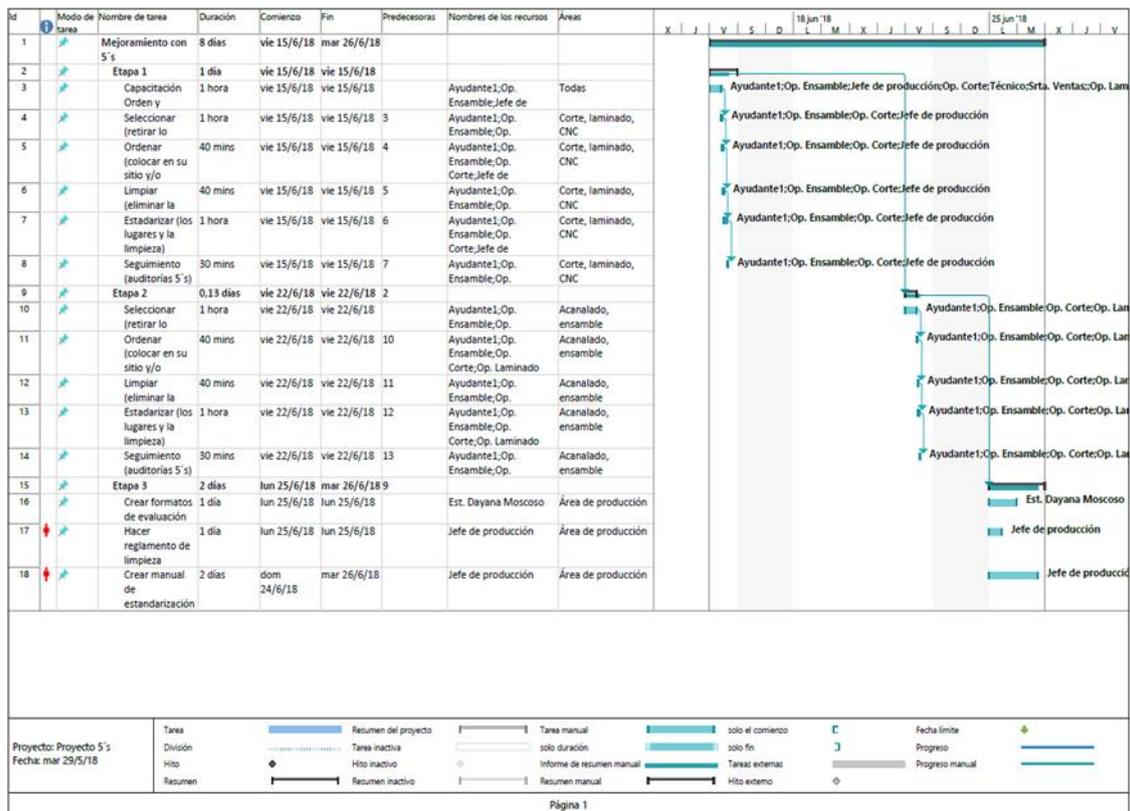


Figura 81. Cronograma Plan 5'S

Tabla 30.  
Auditoría 5'S

AUDITORIA DE ESTANDARES 5'Ss: FORMACTUAL						
FECHA 15/5/2018						
RUTA CRITICA	FOTO	TEMAS	OBSERVACIÓN /CARACTERÍSTICA	CALIF sí/no	PARAMETROS DE OBSERVACION	OBSERVACIÓN
S A L L A  D E  V E N T A S		Acceso a oficina de ventas	¿La entrada esta despejada para un acceso fácil del cliente?	SI	Que no exista obstaculos en el camino	
			¿La entrada está adecuadamente señalada?	NO	Que el cliente se sienta seguro por donde camina e ingresa	
		Oficina	Se encuentra en orden la oficina	SI	Que no exista obstaculos para comodidad del cliente	
			Se cuenta con el área despejada para atención al cliente	SI	Que el cliente sienta un espacio entregado hacia él/ella	
		Operario de ventas	¿Lal/ el vendedor/a atiende de manera adecuada al cliente?	SI	La señorita saluda y atiende con respeto al cliente, mostrando interés en la necesidad del cliente.	
			¿Se exhiben los horarios de atención al cliente en una zona de fácil ubicación?	SI	Formato establecido por la empresa	
			Se evidencia orden y limpieza en los escritorios del personal	NO	Revisión de escritorios, áreas aledañas	
		Área de servicio (ventas)	No se encuentra publicidad de otras marcas o empresas en escritorios del personal de servicio.	SI	No debe existir calendarios u otros objetos con publicidad de otras empresas o marcas	
			Rotulación de recepción y recepción clara y en buen estado	SI	Que la factura o recibo sea claro.	
		Recepción y entrega	Sito de recepción y entrega limpio	SI	No debe haber basura en el piso, ni escritorio	
I O N F I E R I N O A R S		Oficinas	¿Cuenta con un espacio para reuniones?	SI	Cuenta con un espacio adecuado para las reuniones	
			¿Se encuentra en orden la oficina?	SI	Que sea fácil encontrar los documentos	
			¿Cuenta con asientos o sillas en buen estado?	SI	Mínimo que no se encuentren rotos o manchados	
			¿Cuenta con estación de bebidas frías y calientes? (cafetería)	SI	Mínimo que cuente con un dispensador de agua y vasos	
		Baño del personal administrativo	¿Cumple con estándares mínimos de limpieza?	SI	No debe existir basura en el piso, ni en las áreas aledañas	
			¿El baño se encuentra limpio, con papel higiénico y basurero con tapa?	SI	Debe haber papel higiénico, espejos limpios, pisos limpios y lavamanos	
		¿Baño se encuentra con toallas o algún sistema que les permita secar las manos?	SI	Debe haber toallas para manos		
		¿Baño se encuentran los focos y la chapa funcionando y en buen estado?	SI	Probar que funcione la chapa y que los focos funcionen correctamente		
		¿Cuenta con un cronograma de limpieza actualizado?	NO	Debe haber un cronograma con la firma de la persona que hace limpieza		
Á R E A  D E  P R O D U C C I Ó N		Área de producción	¿El interior de la planta se encuentra libre de partes y piezas no necesarias?	NO	No debe existir partes y piezas de modulares en el piso	
			Se encuentra el piso de la planta en buen estado y líneas de división de máquinas pintadas.	NO	Evaluar que no este el piso deteriorado con peladura excesiva de la pintura de las líneas de máquinas y piso	
			Se encuentran las paredes de la planta limpias sin manchas de aceite o suciedad.	NO	Evaluar que no estén las paredes sucias, con manchas o des pintadas excesivamente	
			¿Se encuentran limpias las máquinas?	SI	Las máquinas deben estar libre de polvo, acerrín, aceite.	
			¿Se encuentra el sitio de almacenamiento de las herramientas compartidas señalizado?	SI		
			¿Se encuentra el sitio de almacenamiento de las herramientas compartidas limpio y en orden?	NO	No debe haber basura y debe existir orden	
			¿Se encuentra las áreas señalizadas, limpias y con los implementos ordenados?	NO	No debe haber basura y debe existir orden, revisar la zarpa debe estar libre de basura o lodo	
			¿Se encuentra el compresor de aire señalizado?	SI	Verificar si esta señalizado el compresor y el área en la que se encuentra	
			¿Se encuentra el compresor de aire limpio?	NO		
			Los desechos no se desbordan de las canecas, tanques y piso libre de basura calda	NO	Lugar de almacenamiento de basura debe estar sin basura en el piso	
		Baños del personal	¿Se encuentra el baño señalizado?	NO	Formato establecido por la Marca	
			Baño limpio, con papel higiénico y basurero con tapa, sin basura desbordando	NO	Evidenciar orden y limpieza en toda el área	
			¿Se encuentran los focos funcionando y en buen estado?	NO		
			¿Se encuentra la chapa funcionando y en buen estado?	SI	Probar que funcione la chapa y que los focos funcionen correctamente	
			¿Cuenta con un cronograma de limpieza actualizado?	NO	Debe haber un cronograma con la firma de la persona que hace limpieza	
		Seguridad Industrial	¿Tienen extintores señalizados y cargados?	SI	Están los extintores señalizados, cargados con la fecha correspondiente a la fecha de mantenimiento.	
			¿Tienen extintores libre de obstáculos?	NO	Están los extintores libres de cualquier obstáculo para su respectivo uso.	
			¿Personal de taller utiliza implementos de seguridad dotados por la empresa?	SI	El personal utiliza los implementos, guantes, tapones auditivos, gafas, casco, etc., dotados por la empresa.	
	Bodega	¿Se cuenta con señalización adecuada?	SI	Verificar si está señalada el área para ubicar las herramientas		
		¿Cumple con estándares mínimos de limpieza?	SI	No debe existir basura en el piso ni en las áreas aledañas		
		Los pasillos están despejados y las partes se encuentran en un lugar establecido	NO	No debe existir partes y piezas en el piso, y todo tener un lugar de almacenamiento		

Escala de índice	
Correcto	90%-100%
Bueno, buscar mejoras	75%-89%
Malo, mejorar	50%-74%
Irregular, mejorar de urgencia	0%-49%

Sub Total parámetro "SI"	23
Sub Total parámetro "No"	16
Índice	63,89%

### 4.3 Mejora en la trazabilidad de las partes

#### Aplicación Andon (Control visual)

El control visual sirve para notificar problemas de calidad, reprocesos, número de piezas que pasan al siguiente proceso, o paros que se den dentro de la empresa, esta información se da en tiempo real haciendo una retroalimentación.

La aplicación de esta herramienta ayuda que en la producción se mejore la calidad, los tiempos de respuesta sean más rápidos, la comunicación sea mucho más efectiva, exista una reducción de costos y la seguridad aumente.

#### 4.3.1 Codificador

Una de las causas de demora en el proceso de producción de modulares de cocina se da en el proceso de corte, específicamente en la tarea de codificar las piezas, ya que se realiza de manera manual. Por lo tanto, se ha analizado como propuesta de mejora minimizar dicha tarea mediante la implementación de una codificadora, la cual a su vez minimizará los tiempos de clasificación ya que en la etiqueta de este código se encontrarán las respectivas medidas de la pieza, y que proceso es el que le precede. En la figura 82, se puede observar como cada pieza iría codificada, para tener una mejor trazabilidad de las partes/ piezas.

<b>FORMACTUAL</b>			
		No. Orden:	OP-3033-4
		Cod. Pieza:	MC SUB-B
Med. Ancho:	79	Laminar largo:	0
Med. Largo:	836	Laminar ancho:	2
Med. Grosor:	9	Acanalado:	Si
		Perforado:	No
Mueble: Alto de 90			
			

*Figura 82.* Diseño código para piezas.

En la etiqueta como se explicó en líneas anteriores, posee la información necesaria y más importante, como lo son las medidas, ver si la pieza debe ser laminada a lo largo o a lo ancho, ver si la pieza debe ser acanalada y/o

perforada, y también ver a que mueble pertenece dicha pieza. Además de saber a qué orden de producción pertenece y que código de pieza es.

Con esta implementación, los operarios podrán tener un mejor control del inventario en proceso, debido a que para la realización de modulares de cocina se utilizan varias partes y piezas, y estas se tienden a confundir enviando a un proceso incorrecto lo cual genera un reproceso, ya que deben realizar nuevamente el proceso o en el peor de los casos cortar nuevamente la pieza, generando desperdicios en materia prima y tiempo de operación, tomando 40 minutos del proceso, lo que representaría un 20% más del tiempo para realizar dicho reproceso.

El etiquetado ayudará a que el operario tenga una mejor noción de la pieza que está procesando, disminuyendo cualquier mal entendido ya sea en el mismo proceso o clasificación de la misma. Por lo que se espera tener una trazabilidad que disminuya en un 90% las pérdidas de piezas y tiempos de clasificación, así como el tiempo de reprocesos lo cual representaría una disminución del 13% (27,1 minutos) del tiempo total de producción.

#### 4.3.2 Coche, transportador de partes y piezas

Para la aplicación en el proyecto de titulación se ha decidido diseñar un coche el cual lleve las piezas que salen del proceso de corte a través del resto de procesos, añadiendo a este un control *Kanban* (control visual), en el cual puedan clasificar adecuadamente las piezas, minimizando o en el mejor de los casos eliminando el tiempo de clasificación antes de cada proceso, así mismo eliminando el tiempo de desperdicios en verificación de piezas antes del ensamble. Actualmente el movimiento, le tomar las partes y piezas de las diferentes áreas y la verificación de información de partes y piezas representa un 15,71% del tiempo del proceso total, con el coche se desea minimizar a un 10% este tiempo.

En la figura 83, se muestra el coche diseñado en el programa Inventor Student, para la clasificación de piezas.

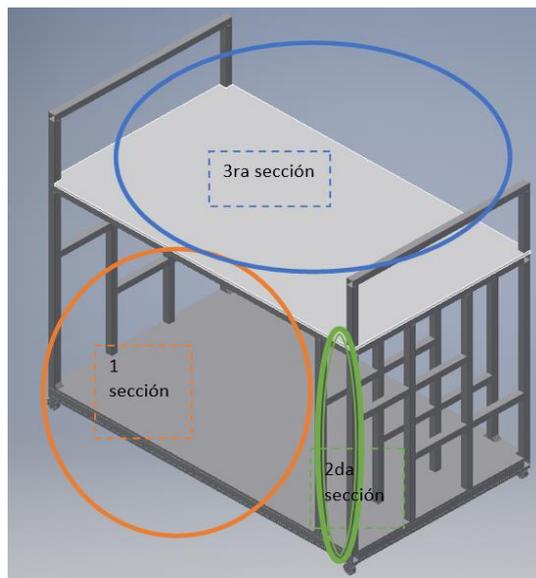


Figura 83. Áreas de coche.

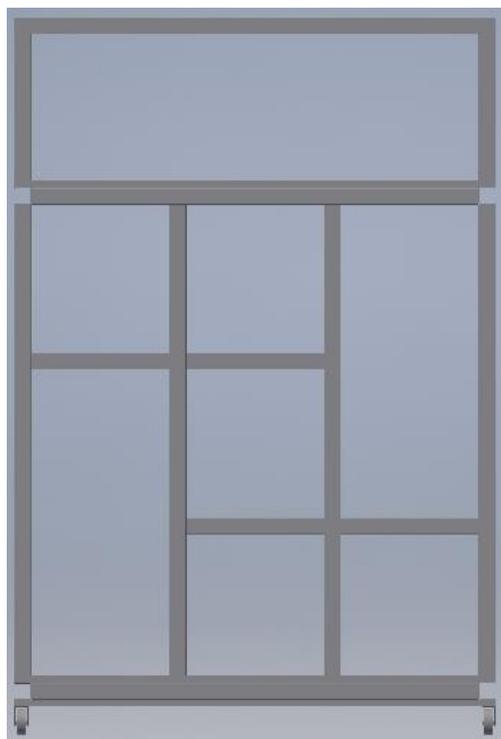


Figura 84. Coche vista frontal.



Figura 85. Coche vista esquina lateral.

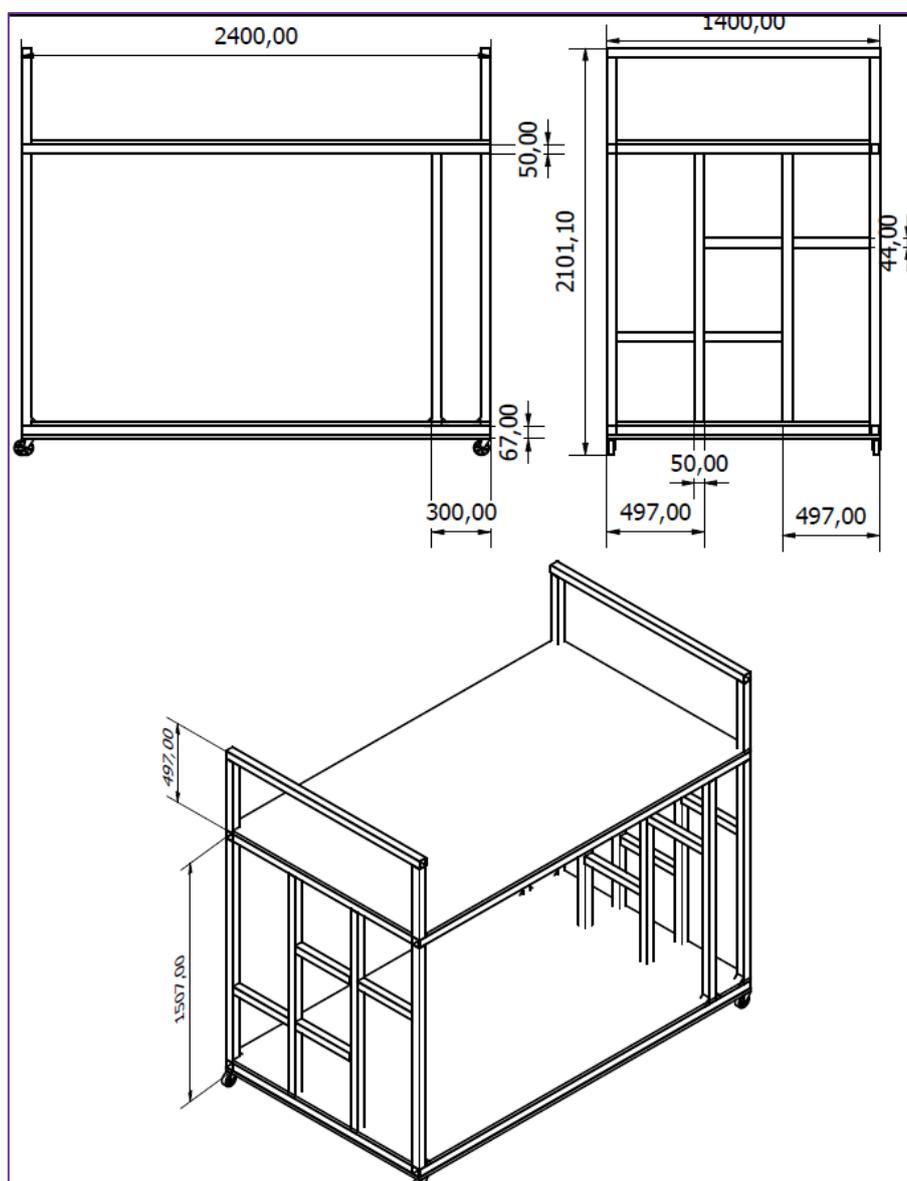


Figura 86. Plano coche portador de partes y piezas.

Nota: Las dimensiones están en milímetros.

El coche cuenta con tres secciones principales para un manejo adecuado en la clasificación de partes y piezas. En la primera sección, la cual es la más grande se ubicarán las piezas más grandes para el armado de módulos de cocina como son los laterales de los modulares, puertas; para la segunda sección, se ubicarán las piezas que no van a ningún otro proceso y en la sección tres, se encuentran las partes y piezas que no son grandes ni pesadas, como lo son repisas de modulo, laterales de cajones, y tapa cajones.

Para mejor entendimiento se presenta en la figura 87, la estructura de un mueble bajo.

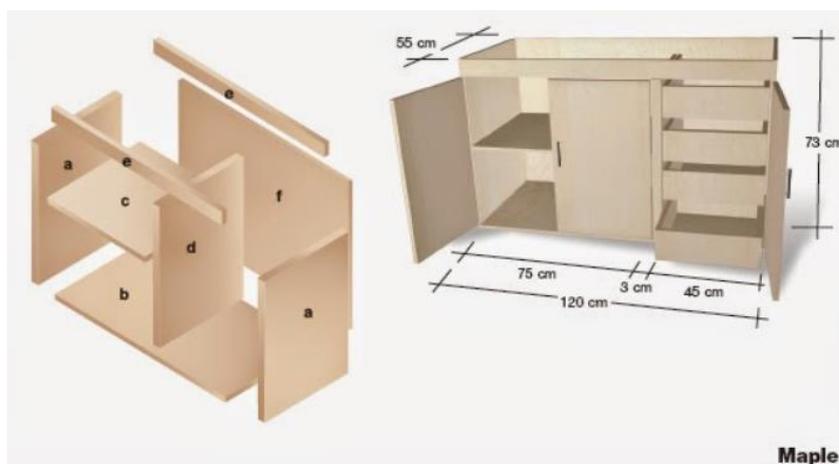


Figura 87. Plano explosión de modular alto de cocina.

Imagen tomado de (Huasmi, 2011)

Tabla 31.

Tabla de partes de módulo

Letra	Partes del módulo
a	Laterales de módulo
b	Piso de módulo
c	Repisa
d	División central
e	Fustes de soporte
f	Fondo de módulo

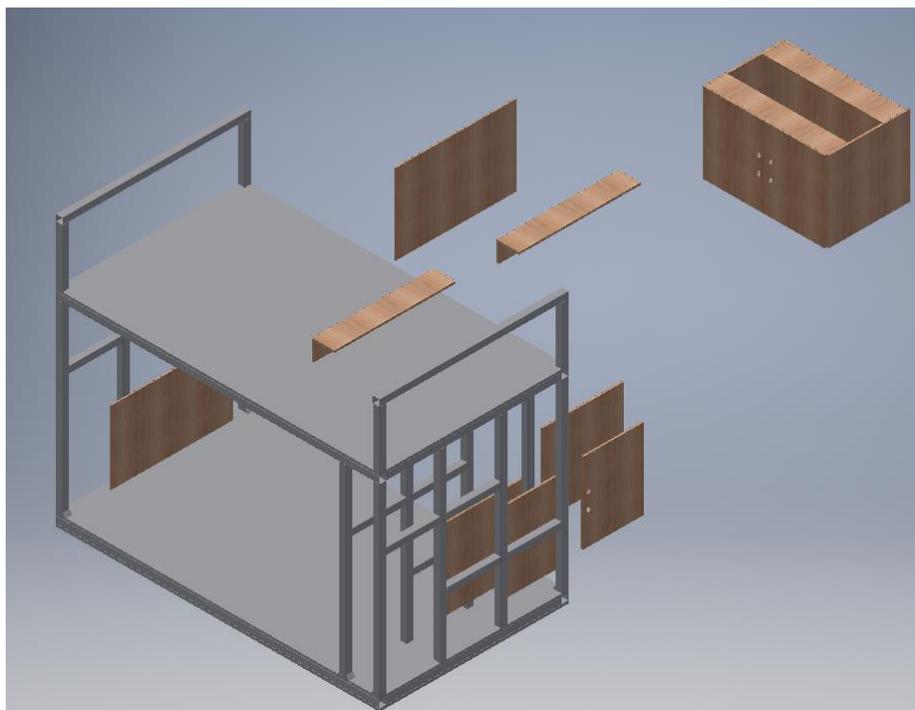


Figura 88. Ubicación de partes y piezas en choche.

En la figura 88, se da un ejemplo realizado en el programa Inventor, en el cual se muestran cómo deben ir ubicadas las partes y piezas del modular en el coche; siguiendo la explicación mencionada líneas anteriores.

El coche que se presenta, está diseñado para llevar diez metros lineales de cocina tanto en peso, como en número de piezas necesarias.

Así también se ha diseñado una tarjeta *Kanban* para colocar en el coche y poder tener un orden específico de las partes y piezas que se pondrán en él. En la figura 89, se muestra el ejemplo de tarjeta *Kanban* a colocar en el coche.

Nombre de piezas:	Procesos:	# de partes:
Laterales	<input checked="" type="checkbox"/> Laminado <input type="checkbox"/> Acanalado <input checked="" type="checkbox"/> Perforado CNC	50
Descripción de parte:		
Laterales izquierdos		

Figura 89. Kanban para coche.

Con estas etiquetas, se espera tener un orden y estandarización para la colocación de las partes en el coche, el cual llevará las partes y piezas de los modulares de cocina, ayudando a la trazabilidad de las mismas.

#### 4.3.3 Tablero de seguimiento de la producción

Se ha diseñado el *Kanban* de producción, con el fin de dar seguimiento a cada orden que se está produciendo en planta, teniendo control de las piezas entrantes y salientes de cada proceso y el tiempo real de producción. Así mismo con la finalidad de especificar la cantidad de producto que se debe producir, transmitiendo objetivos y metas a los operarios, ya que actualmente los operarios desconocen las fechas de entrega y cuantos metros lineales se deben producir.

En el anexo 1 se presenta el *Kanban* de producción que se propone para la implementación en planta.

Como se puede observar del anexo 1, se tiene un *Kanban* por cada área, teniendo como inicio la parte nominada “Por hacer” en la cual se especifican cuantos tableros, piezas, metros lineales o módulos dependiendo del proceso que el operario debe realizar, y la fecha, hora de inicio; así también, se tiene la parte de “En proceso...” en la cual el operario debe colocar en que porcentaje se encuentra y si existe alguna observación colocar con el círculo rojo; para finalizar, se encuentra la parte de “Finalizado” donde el operario coloca el número de tableros, piezas, metros lineales y/o módulos dependiendo del proceso para corroborar con el objetivo propuesto inicialmente, así como la fecha y hora de finalización del proceso.

También se tiene como datos generales del *Kanban*, la orden que están realizando, el cliente y la fecha de entrega de la orden.

En la figura 90, se hace una ampliación del tablero *Kanban* del proceso de corte, con la finalidad de explicar cómo debe aplicarse.

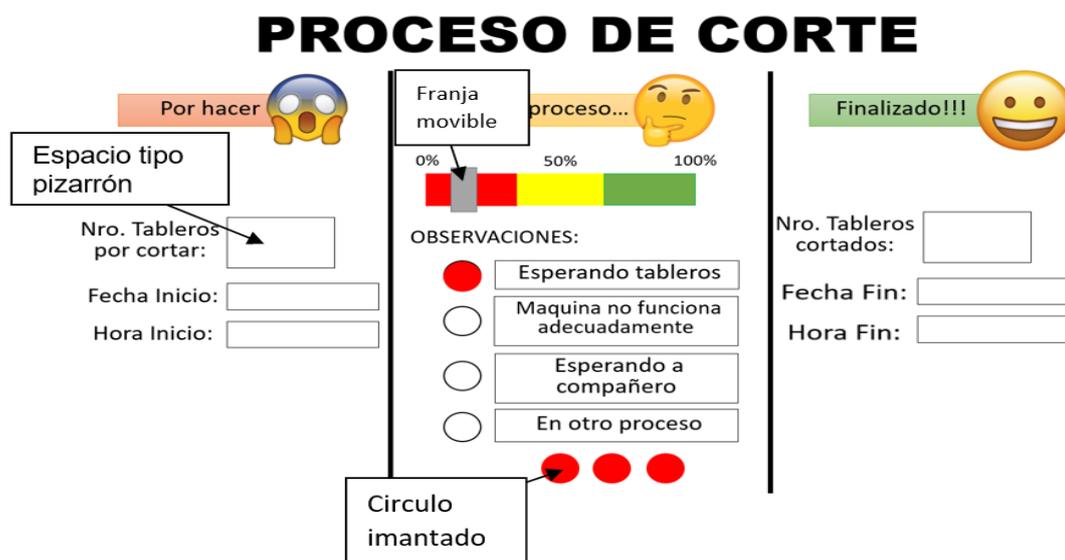


Figura 90. Kanban de producción proceso de corte.

En la figura de *Kanban*, podemos visualizar que está dividida en tres secciones.

En la sección denominada “Por Hacer,” se deben detallar los objetivos, es decir la orden a producir, la cual será llenada por el jefe de producción.

En la sección denominada “En Proceso...,” se tiene dos funciones principales, la primera es una línea de porcentaje representada por tres colores (rojo, amarillo, verde) y la segunda función es la de tipo observaciones en las cuales se encuentran predeterminadas ciertos puntos, el encargado de llenar esta sección será el operario, tanto para demostrar el avance de su proceso, como así también algún inconveniente que se le presente durante el proceso esto quiere decir que el jefe de producción deberá estar atento a esta sección por si existiere algún inconveniente, ya que si existe alguna observación en rojo, esto demuestra que el proceso no puede continuar.

En la sección denominada “Finalizado,” se tiene un tablero donde el operario deberá llenar una vez que haya terminado con lo propuesto en la sección “Por hacer,” así el jefe de producción podrá colocar nuevas tareas u objetivos al operario.

Las fechas y horas que se coloquen en las secciones, serán de utilidad para tener un control de los tiempos de ciclo de cada proceso, es por esta razón que se han añadido al *Kanban* de producción.

Para mejor detalle de cómo llenar el *Kanban* se presenta en la figura 91, el detalle de los puntos.

## PROCESO DE CORTE

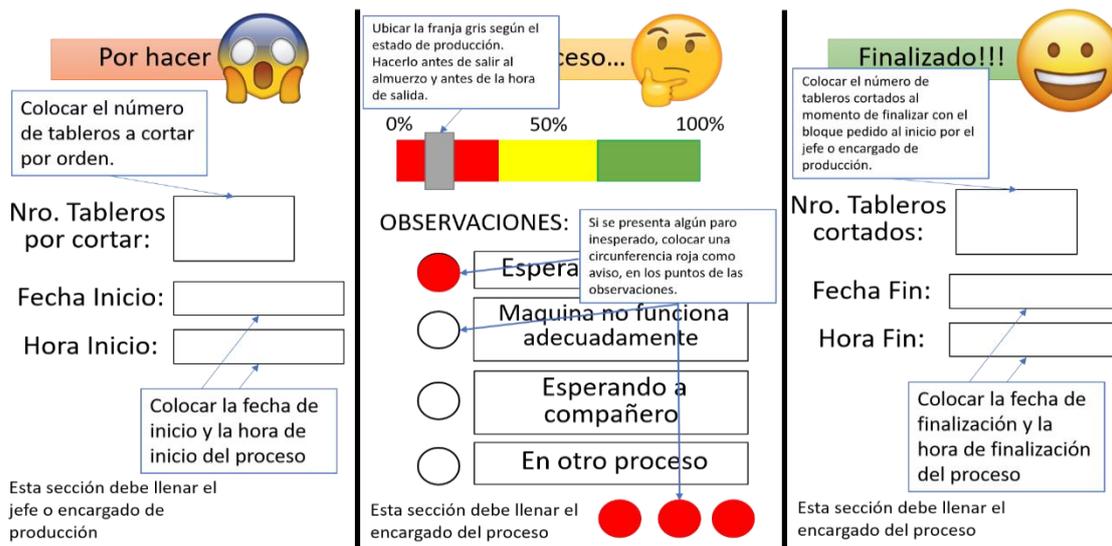


Figura 91. Detalle del llenado de Kanban para el control de producción

Ejemplo de uso *Kanban* de producción: Supongamos que se van a realizar 4 metros lineales de una orden de producción.

Pasos.

1. Se debe llenar la parte superior del Kanban, la orden a la que pertenece, el cliente al que pertenece y a fecha que se debe entregar el pedido.

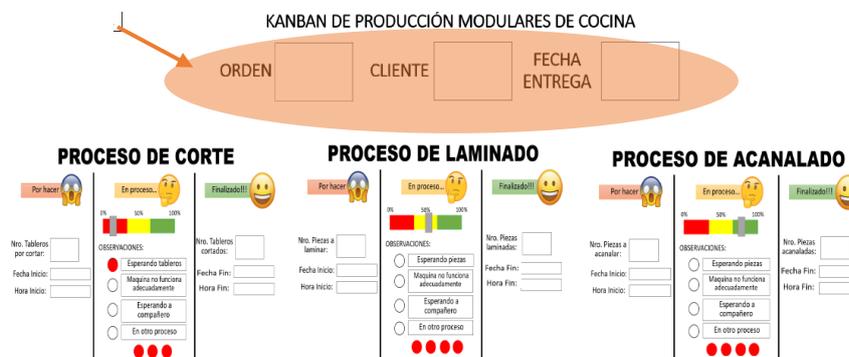


Figura 92. Paso 1 Kanban.

- Se debe ir llenando por procesos la información para que el operario sepa su actividad y su rol en la producción, por ejemplo, como se deben realizar 4 metros lineales de cocina entonces en la parte de “Proceso de Corte” se deberá poner <<Nro. Tableros por cortar: 8 tableros>>. Luego se deberá llenar las fechas de inicio y la hora de inicio, esto lo puede hacer el gerente de producción o el encargado de la respectiva área.

Mientras el tiempo de proceso continua si el operario tiene algún inconveniente deberá reflejarlo en el área de “En proceso...” con el fin de que el gerente de producción puede observar porque está en paro la producción.

Una vez finalizado el proceso el operario deberá poner la fecha y hora de finalización, así como el número de tableros cortados. En la siguiente figura se muestra un ejemplo.

### PROCESO DE CORTE

Por hacer 🤖	En proceso... 🤔	Finalizado!!! 😊
Nro. Tableros por cortar: <input style="width: 50px; text-align: center;" type="text" value="8"/>	0% <span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background: linear-gradient(to right, red, yellow, green);"></span> 50% 100%	Nro. Tableros cortados: <input style="width: 50px; text-align: center;" type="text" value="8"/>
Fecha Inicio: <input style="width: 100px;" type="text" value="4/08/2018"/> Hora Inicio: <input style="width: 100px;" type="text" value="2:00 pm"/>	OBSERVACIONES: <input checked="" type="radio"/> Esperando tableros <input type="radio"/> Maquina no funciona adecuadamente <input type="radio"/> Esperando a compañero <input type="radio"/> En otro proceso <div style="text-align: center;">● ● ●</div>	Fecha Fin: <input style="width: 100px;" type="text"/> Hora Fin: <input style="width: 100px;" type="text"/>

Figura 93. Paso 2 Kanban.

- Se debe realizar el paso 2 con todos los demás procesos plasmados en el Kanban para tener un mejor control en la producción

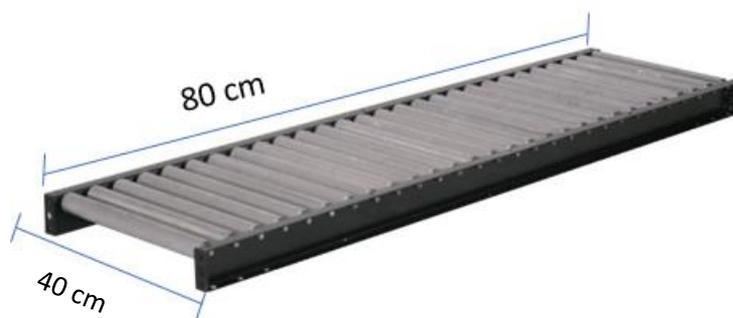
#### 4.3.4 Trazabilidad de piezas en los procesos de laminado y acanalado.

En los procesos de laminado y acanalado los cuales van después del proceso de corte. Al momento de realizar las observaciones y tomas de tiempo, los operarios laminaban y acanalaban las piezas haciéndolas pasar una por una, tomando más tiempo para la ejecución del proceso, ya que el transporte interno se lo hace por una unidad de pieza, siendo este de 6,66 minutos del tiempo

total; por esta razón se propone colocar rodillos transportadores, en los cuales no se transportará una sola unidad de pieza sino de siete a diez unidades de piezas a la vez. Esto dará como resultado la minimización del recorrido del operario por los viajes realizados y por ende la reducción del tiempo en estos procesos.

El operario al realizar este proceso recorría alrededor de 148,45 metros el cual mediante esta propuesta se espera reducir en un 70% (recorriendo solamente 44,54 metros)

En la figura 93, se presenta gráficamente como son los rodillos transportadores que se proponen.



*Figura 94.* Imagen de rodillo transportador.

Adaptada de (Sicsa, 2018).

#### 4.4 Tiempos esperados con las mejoras

Mediante la aplicación de dichas mejoras se esperan eliminar los siguientes tiempos. Para el proceso de corte se espera minimizar el tiempo de set up, codificar partes y piezas salientes, verificación de la información.

Para el proceso de laminado se espera minimizar el tiempo de: set up, laminado de las piezas, verificación de la información, dejar las piezas en el pallet y la clasificación.

Para el proceso de acanalado se espera minimizar el tiempo de: set up, realización de acanalado de partes, verificación de la información y clasificación.

Para el proceso de perforación en la CNC, se espera eliminar los tiempos de: verificación de la información.

Para el proceso de ensamble sean estos módulos altos, bajos y/o cajoneros se espera minimizar y eliminar los procesos de: toma de partes de los respectivos pallets y cortadora, verificación de la información y movimientos existentes hacia las respectivas áreas que se realizan en busca de partes y piezas para el armado.

En general se espera eliminar los tiempos de procesos externos, esperas innecesarias y reprocesos que de alguna manera actualmente están alargando el proceso actual. Estos tiempos se ven reflejados en la siguiente tabla.

Tabla 32.

*Tiempos propuestos de la mejora*

Cod.	ACTIVIDAD	Tiempo Básico (minutos)	TIEMPO ESTÁNDAR			
			Coefficiente de descuento	Frecuencia/ Unidad	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo (minutos)
1	Set up para Corte	5,650	1,000	0,000	5,650	5,650
2	Tomar tablero	0,198	1,260	1,810	0,451	6,101
3	Cortar tablero en las medidas indicadas en la hoja de corte	20,180	1,230	1,810	44,927	51,028
4	Escribir códigos en las piezas cortadas	1,569	1,000	1,810	2,839	53,867
5	Verificar información	0,000	1,000	0,000	0,000	53,867
6	Colocar piezas cortadas a medida en coche	1,100	1,220	1,810	2,429	56,296
7	MOVIMIENTO	0,800	1,150	1,000	0,800	57,096
8	Set up para laminado	2,163	1,000	0,000	2,163	59,259
9	Tomar pieza de pallet	0,108	1,220	25,210	3,311	62,569
10	Laminar pieza	0,347	1,000	6,250	2,169	64,738
11	Verificación de información	0,000	1,000	0,000	0,000	64,738
12	Dejar pieza laminada en pallets	0,143	1,000	25,210	3,601	68,340
13	Clasificación	0,000	1,000	0,000	0,000	68,340
14	MOVIMIENTO	0,000	1,000	0,000	0,000	68,340
15	Set up Acanalado	5,913	1,200	0,000	5,913	74,252
16	Tomar las piezas cortadas o laminadas del pallet	0,155	1,190	6,100	1,123	75,376
17	Realizar acanalado de piezas	0,138	1,000	6,100	0,844	76,219
18	Verificación de información	0,000	1,000	0,000	0,000	76,219
19	Dejar piezas acanaladas en pallets	0,190	1,000	6,100	1,162	77,381
20	Clasificación	0,000	1,000	0,000	0,000	77,381
21	MOVIMIENTO	4,800	1,210	0,000	4,800	82,181
22	Codificar medidas en máquina CNC	8,833	1,210	1,000	8,268	90,449
23	Tomar puertas y/o laterales de pallets	0,247	1,190	1,760	0,516	90,966
24	Realizar perforación en puertas y/o laterales	0,898	1,000	1,760	1,580	92,546
25	Verificación de información	0,000	1,000	0,000	0,000	92,546
26	Colocar puertas perforadas y/o laterales perforados en pallets	0,306	1,200	1,760	0,645	93,191
27	MOVIMIENTO	0,000	1,000	0,000	0,000	93,191
28	Tomar partes del pallet	0,803	1,000	0,510	0,409	93,600
29	Limpiar lámina extra	0,817	1,240	0,510	0,516	94,117
30	Armar módulo según las especificaciones	30,000	1,230	0,510	18,819	112,936
31	Tomar partes para el ensamble de puertas	0,000	1,000	0,510	0,000	112,936
32	Colocar bisagra en puerta(s)	1,676	1,250	0,510	1,069	114,004
33	Colocar puerta(s) en módulo	10,898	1,220	0,510	6,657	120,661
34	Colocar módulos altos y bajos (repicero, condimetro) en pallets	0,368	1,200	0,510	0,225	120,886
35	MOVIMIENTO	0,000	1,000	0,000	0,000	120,886
36	Tomar partes del pallet	0,876	1,000	0,780	0,683	121,569
37	Limpiar lámina extra	1,598	1,200	0,780	1,495	123,065
38	Armar módulo según las especificaciones	21,000	1,140	0,780	18,673	141,738
39	Tomar partes para el ensamble de puertas	0,000	1,000	0,780	0,000	141,738
40	Colocar bisagra en puerta(s)	1,403	1,230	0,780	1,346	143,084
41	Colocar puerta(s) en módulo	4,892	1,220	0,780	4,655	147,739
42	Colocar módulos altos y bajos (repicero, condimetro) en pallets	0,417	1,200	0,780	0,390	148,129
43	MOVIMIENTO	0,000	1,000	0,000	0,000	148,129
44	Tomar partes del pallet	0,250	1,000	0,190	0,048	148,177
45	Limpiar lámina extra	1,038	1,210	0,190	0,238	148,415
46	Armar módulo según las especificaciones	23,010	1,240	0,190	5,421	153,836
47	Colocar rieles en módulo	8,310	1,230	0,190	1,475	155,310
48	Tomar partes del pallet para armar cajones	0,202	1,000	0,190	0,038	155,349
49	Limpiar lámina extra	1,217	1,210	0,190	0,280	155,629
50	Armar cajones	10,780	1,270	0,190	2,601	158,230
51	Colocar tapa cajones	32,518	1,230	0,190	7,599	165,829
52	Colocar módulo cajonero de cocina en pallet	0,470	1,000	0,190	0,089	165,918
53	Verificar información	0,000	1,000	0,000	0,000	165,918
54	Procesos externos	0,000	1,000	0,000	0,000	165,918
55	Espera	0,000	1,000	0,000	0,000	165,918
56	Reproceso	0,000	1,000	0,000	0,000	165,918
57	MOVIMIENTO	3,600	1,200	1,000	3,600	169,518
58	Tomar módulo(s) a embalar de pallets	0,243	1,220	1,470	0,437	169,955
59	Limpiar módulo(s) a embalar	3,362	1,180	1,470	5,831	175,786
60	Embalar módulo(s) a liberar	2,728	1,180	1,470	4,729	180,515
61	Liberar módulos limpios y embalados	0,351	1,220	1,470	0,630	181,145

#### 4.5 Aplicación de las hojas de trabajo estándar (SOS)

Las hojas de instrucciones de trabajo garantizan que el proceso se desarrolle de una manera estándar, mejorando así la calidad del producto y dando también, indicadores para seguir con el mejoramiento de los procesos.

Una vez determinado los tiempos que se esperan eliminar con las mejoras, de los cuales se ha explicado en el punto anterior. Entonces se pueden desarrollar las hojas de trabajo estándar que se muestran en los anexos del 2 al 8.

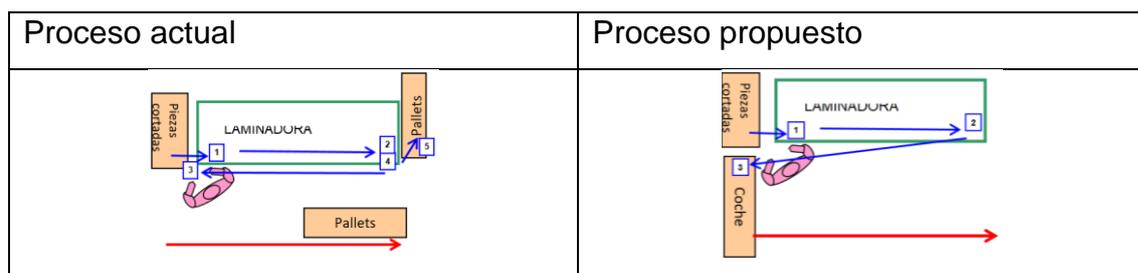
Mediante la nueva implementación de mejoras sumado las hojas SOS de cada proceso, se pueden denotar los siguientes cambios en los procesos (en estos cambios no se consideran los tiempos de procesos ya que se analizarán en el siguiente capítulo).

El proceso de laminado y acanalado disminuyen una operación de recorrido ya que anteriormente la pieza saliente se tenía que dejar en otro pallet colocado en el área norte; mediante la implementación del coche se dejará en el mismo coche, pero en su sección específica.

En la tabla 33, se verá la diferencia entre el actual versus la propuesta de mejora.

Tabla 33.

*Diagrama spaguetti de laminado actual versus proceso de laminado propuesto.*

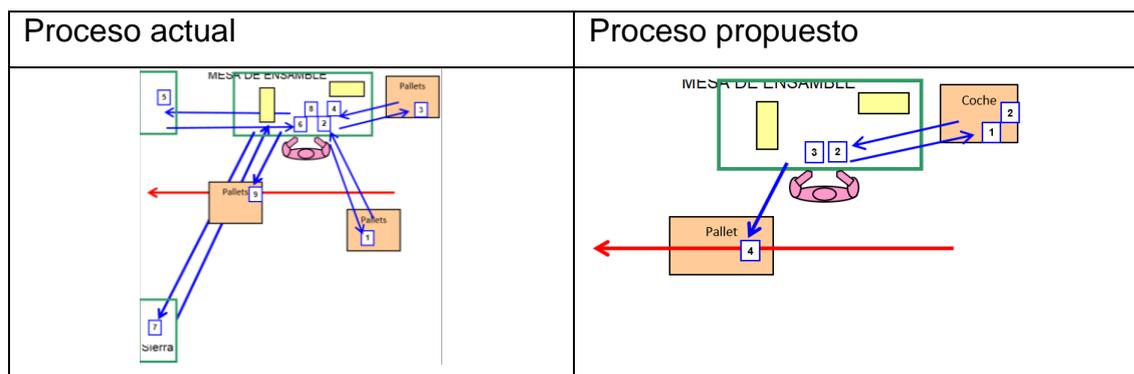


El proceso más notorio en el cambio es el proceso de ensamble tanto de módulos simples y módulo cajonero, esto se debe a que en el coche se encuentren todas las partes y piezas necesarias para el ensamble, ya que también se controlará que se despachen en su totalidad de cada proceso. Por ende, el operario no tendrá que recorrer de área en área buscando la pieza, recorriendo actualmente una distancia de 94 metros por ensamblar un metro

lineal de cocina, sino que todas estarán en un solo lugar (considerando al coche una estación *Kanban*); queriendo minimizar el recorrido del operario en un 70%. En la tabla 34, se verá la diferencia entre el actual versus la propuesta de mejora.

Tabla 34.

*Diagrama spaghetti de ensamble versus proceso de ensamble propuesto.*



## 5. CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

### 5.1 Análisis de la propuesta de mejora.

#### 5.1.1 Análisis del tiempo de proceso actual versus propuesta de mejora.

La trazabilidad de las partes y piezas dentro de la empresa actualmente se maneja de una manera muy básica, ya que las mismas son codificadas manualmente a disposición del operario que esté a cargo en ese momento; así mismo las piezas después del proceso de corte son colocadas en pallets sin tener un lugar correspondiente a cada pieza, por ende, antes de cada proceso el operario a cargo debe clasificar nuevamente las piezas tomando parte del tiempo del proceso total, esta clasificación desemboca también en algunos casos reprocesos, robando más tiempo. Por esta razón como se propone en el capítulo 4, la implementación de un codificador en el cual ya estén las medidas de las partes y piezas, así como información válida para los siguientes procesos después del de corte, eliminando el tiempo de reprocesos, clasificación y verificación.

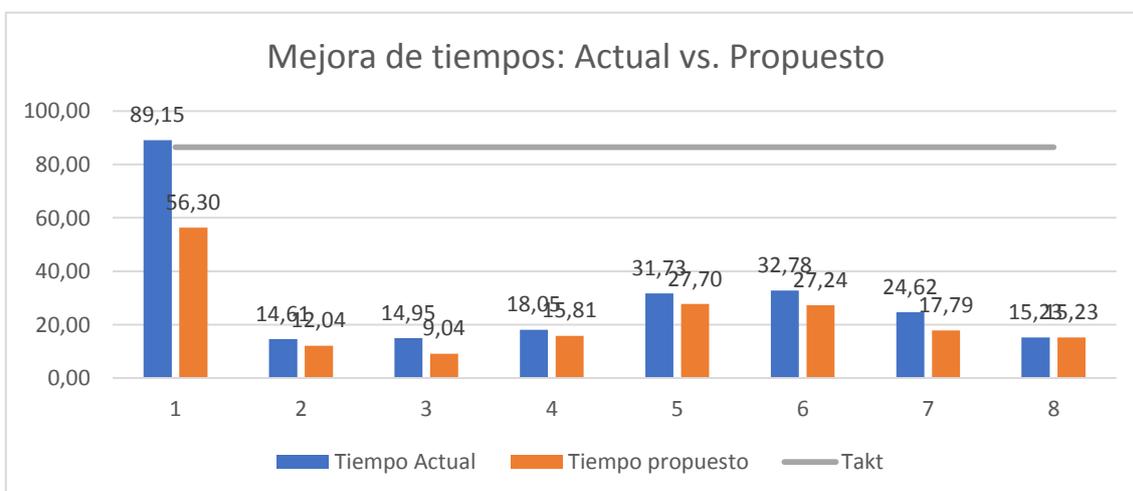
También se propone el coche, con el cual se pretende eliminar la distancia que los operarios caminan y de la misma manera como se dijo en líneas anteriores eliminar tiempos de clasificación.

En la tabla 35 y la figura 95, se muestran los datos y la pared de balanceo de tiempos actuales versus los tiempos pronosticados de la propuesta de mejora los cuales se encuentran en el anexo 10.

Tabla 35.

*Contrastación de tiempo actual versus tiempo propuesto.*

Operación	Descripción	Tiempo Actual (min)	Tiempo propuesto (min)	Takt (min/ML)
<b>1</b>	Corte	89,15	56,30	86
<b>2</b>	Laminado	14,61	12,04	86
<b>3</b>	Acanalado	14,95	9,04	86
<b>4</b>	Perforado	18,05	15,81	86
<b>5</b>	Ensamble módulos de 90cm	31,73	27,70	86
<b>6</b>	Ensamble módulos de 60cm	32,78	27,24	86
<b>7</b>	Ensamble de cajoneros	24,62	17,79	86
<b>8</b>	Embalaje	15,23	15,23	86



*Figura 95. Mejoras de tiempos actual versus propuesto.*

En la figura 95, se denota que el punto 1, el proceso de corte se reduce en 32,85 minutos, lo que quiere decir que el actual cuello de botella que es en éste proceso se eliminaría, el proceso de laminado se reduce en 2,56 minutos, el proceso de acanalado se reduce en 5,91 minutos, en el proceso de perforado se reduce en 2,24 minutos, en el proceso de ensamble de módulos de 90 cm se reduce 4,03 minutos, el proceso de ensamble de módulos de 60 cm se

reduce en 5,53 minutos, el proceso de ensamble de cajoneros se reduce en 6,83 minutos. Sumando estos tiempos se minimiza un total de 59,96 minutos para la realización de un metro lineal de modular de cocina en melamínico.

Esto quiere decir que de los 209,37 minutos que tomaban en realizar un metro lineal de modular en melamínico de cocina, con la propuesta la planta podría producir en 153,91 minutos la misma cantidad de producto, es decir reducir en 31,5% del tiempo total actual.

Y si se compara la producción mensual, actualmente la empresa realiza 37,4 metros lineales al mes, con las propuestas de mejora planteadas la empresa llegaría a producir 44 metros lineales por mes.

Tabla 36.

*Resultado de tiempo, producción del proceso actual versus propuesto.*

Resultado de tiempo, producción actual			Resultado de tiempo, producción propuesto		
TIEMPO ESTÁNDAR	209,38	min/metro lineal	TIEMPO ESTÁNDAR	153,91	min/metro lineal
PRODUCCIÓN POR HORA	0,28	metros lineales	PRODUCCIÓN POR HORA	0,55	metros lineales
PRODUCCIÓN POR JORNADA	1,70	metros lineales	PRODUCCIÓN POR JORNADA	2,00	metros lineales
PRODUCCIÓN MENSUAL	37,40	metros lineales	PRODUCCIÓN MENSUAL	44,00	metros lineales

Por medio de los tiempos analizados se logra también obtener el porcentaje de productividad que tiene la empresa actualmente para así compararlo con el porcentaje de productividad que se obtendría al calcular del tiempo propuesto.

La productividad actual de la empresa es del 38%, pero a través de las propuestas de mejora este subiría al 61%; aumentando en un 23% la productividad de la empresa para la realización de modulares de cocina en melamínico.

### 5.1.2 Análisis VSM actual versus propuesta de mejora

A continuación, se presenta el VSM con las mejoras propuestas. Para la realización del VSM se tuvo que calcular nuevamente los OEE de las máquinas, los cuales se presentan en las figuras de la 95 a la 98.

OEE Corte	
Tiempo total de operación	480 minutos
Disponibilidad	97,78%
Tiempo planificado de operación	254,4 minutos
Pérdidas programas	225,4 minutos
Tiempo operación planificado	248,75 minutos
Pérdidas o paras no programadas	5,65 minutos
Eficiencia	97,80%
Cantidad o piezas producidas	7,1495 tableros
Cantidad ideal	7,31 tableros
Calidad	95,10%
Cantidad o piezas producidas	7,1495 tableros
Piezas buenas	6,7995 tableros
Piezas defectuosas	0,35 tableros
OEE	90,95%

Figura 96. OEE propuesto de proceso de corte.

Por medio de las propuestas de mejora se obtuvo el OEE del corte el cual es de 90,95% el cual refleja un estado bueno y tener también una buena competitividad.

OEE Laminado	
Tiempo total de operación	480 minutos
Disponibilidad	99,15%
Tiempo planificado de operación	254,4 minutos
Pérdidas programas	225,4 minutos
Tiempo operación planificado	252,237 minutos
Pérdidas o paras no programadas	2,163 minutos
Eficiencia	97,81%
Cantidad o piezas producidas	99,57 piezas
Cantidad ideal	101,797 piezas
Calidad	87,95%
Cantidad o piezas producidas	99,57 piezas
Piezas buenas	87,57 piezas
Piezas defectuosas	12 piezas
OEE	85,29%

Figura 97. OEE propuesto de proceso de laminado

El OEE de la

máquina de laminado obtenido por las propuestas de mejora es del 85,29% el cual representa tener una buena competitividad.

OEE Acanalado	
Tiempo total de operación	480 minutos
Disponibilidad	97,68%
Tiempo planificado de operación	254,4 minutos
Pérdidas programas	225,4 minutos
Tiempo operación planificado	248,487 minutos
Pérdidas o paras no programadas	5,913 minutos
Eficiencia	97,82%
Cantidad o piezas producidas	24,095 piezas
Cantidad ideal	24,6318 piezas
Calidad	95,85%
Cantidad o piezas producidas	24,095 piezas
Piezas buenas	23,095 piezas
Piezas defectuosas	1 piezas
OEE	91,58%

Figura 98. OEE propuesto de proceso de Acanalado.

El OEE de la máquina acanaladora, es del 91,58% reflejando una buena competitividad.

OEE CNC perforado	
Tiempo total de operación	480 minutos
Disponibilidad	97,31%
Tiempo planificado de operación	254,4 minutos
Pérdidas programas	225,4 minutos
Tiempo operación planificado	247,567 minutos
Pérdidas o paras no programadas	6,833 minutos
Eficiencia	97,82%
Cantidad o piezas producidas	6,952 piezas
Cantidad ideal	7,10688 piezas
Calidad	95,68%
Cantidad o piezas producidas	6,952 piezas
Piezas buenas	6,652 piezas
Piezas defectuosas	0,3 piezas
OEE	91,09%

Figura 99. OEE propuesto de proceso de Perforado.

El OEE de la máquina de perforado CNC es de 91,09% que de la misma manera refleja una buena competitividad.

En la siguiente tabla se presentan el resumen de los OEE actuales y los propuestos, en los cuales se pueden identificar como mejora de entre un 27% a un 30% por cada máquina.

Tabla 37.

*Comparación del OEE actual versus propuesta de mejora.*

OEE del proceso actual	OEE proceso propuesto de mejora
Corte: 63,77%	Corte: 90,95%
Laminado: 55,23%	Laminado: 85,29%
Acanalado: 62,14%	Acanalado: 91,58%
CNC- Perforado: 64,98%	CNC- Perforado: 91,09%

Por medio de este análisis se pudo realizar el VSM con las propuestas de mejora el cual se presenta a continuación en le figura 99.

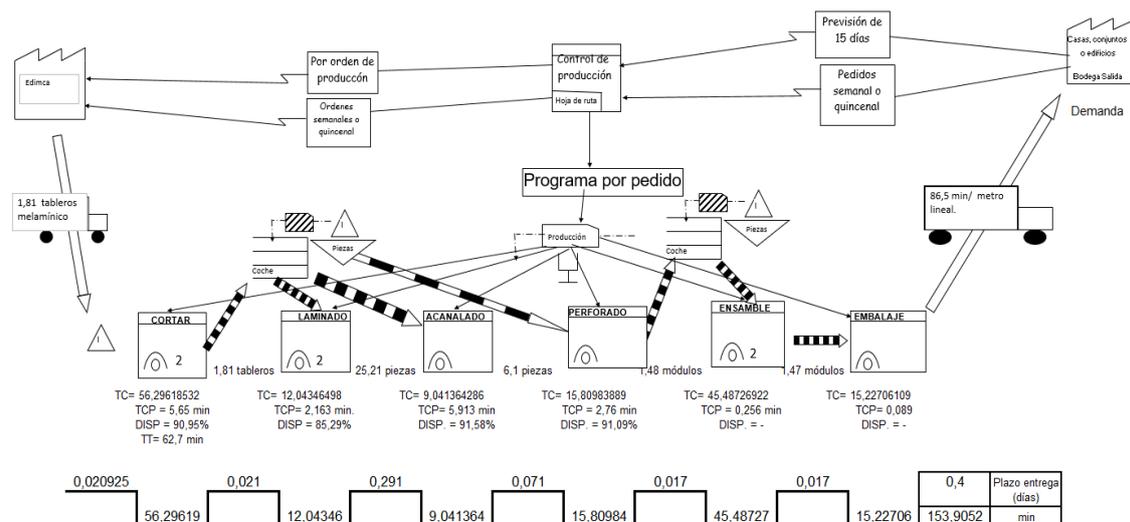


Figura 100. VSM de la propuesta de mejora.

### 5.1.2 Análisis de distancias recorridas con simulador FlexSim.

Mediante el simulador de procesos FlexSim, se pudo obtener la distancia promedio de recorrido del operario que más recorre, el cual es de aproximadamente 260 metros, para la realización de un metro lineal de modular en melamínico de cocina, este resultado se encuentra reflejado en la figura 101.

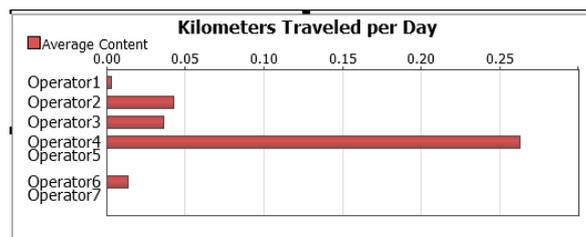


Figura 101. Promedio de distancia recorrida por

Como se había mencionado en el capítulo 3, el operario que más recorre realiza un recorrido de 510 metros, pero por medio de la propuesta de mejora destacando el coche que lleva las piezas ya clasificadas, el operario llegaría a recorrer un promedio de 260 metros, lo que quiere decir que se minimizaría el recorrido en 250 metros, minimizando fatigas y cansancio.

Con las propuestas planteadas en este punto, se reducirán tiempos los cuales ayudan a una respuesta adecuada frente al cliente; como también se reducirán los metros caminados por lo operarios, por lo que minimizará la fatiga del operario.

Con la aplicación de 5'S, se logrará un ambiente adecuado para que el operario pueda trabajar bajo circunstancias adecuadas.

Mediante la aplicación de la codificadora (control visual), se espera conseguir una trazabilidad del al menos el 90%, disminuyendo las piezas perdidas y tiempos desperdiciados ya sea por buscar dichas piezas o reprocesarlas, lo que representaría disminuir en un 13% del tiempo total actual.

Por medio del coche transportador de partes y piezas, se tendrá trazabilidad en las piezas y disminuir el recorrido de operarios, se llegaría a disminuir en un 10% del tiempo total actual; así como también reducir el recorrido del operario, actualmente recorre 212,16 metros y mediante el coche transportador de partes y piezas se espera reducir al 70% (recorriendo solamente 63,65 metros)

A través del tablero de seguimiento de la producción (*Kanban* de producción) se podrá controlar cada proceso disminuyendo tiempos de espera. El *Kanban* de producción también ayudará al operario saber su objetivo por orden, ya que sabrá cuánto debe hacer y cuando lo debe entregar.

El uso de las hojas SOS, deberán ser aplicadas una vez que las mejoras antes mencionadas se implementen, ya que por medio de las hojas SOS se tendrá un manual con el proceso ya estandarizado para el uso del operario, disminuyendo las fallas y reprocesos en la producción. Las hojas SOS ayudará a facilitar el trabajo para los operarios que lleven años en la empresa, así también como operarios que ingresen por primera vez.

## 5.2 Análisis costo beneficio

Para este punto se ha tomado en cuenta las propuestas presentadas en puntos anteriores, de los cuales se desglosarán a continuación identificando tanto el costo como la inversión que se deberá invertir en caso de implementación de dichas propuestas de mejora.

Como primer punto se tiene la codificadora, la cual tiene una inversión de \$350, esto incluye la impresora de códigos la cual abastece más de 2000 códigos diarios, suficientes para cubrir la necesidad de la empresa, y además incluye el software y una capacitación. Con la inversión de esta codificadora llegan gastos periódicos como son: el papel, la tinta para impresión de códigos, y el mantenimiento de la misma la cual se tomará en cuenta en periódicamente cada 3 meses.

Entre las propuestas también se nombra del coche transportador de partes y piezas. En la siguiente tabla se encuentra detallado los precios.

Tabla 38.

*Detalle de valor de coche.*

COCHE	
Material	\$170
Mano de obra	\$190

Los *Kanban* propuestos tanto para producción en general como las tarjetas *Kanban* que irán en el coche se detallan en las siguientes tablas.

Tabla 39.

*Detalle de valor de Kanban de producción.*

KANBAN DE PRODUCCIÓN	
Pizarrón- imantado	\$60
Cartulinas	\$10
Ploteado	\$30

Tabla 40.

*Detalle de valor de tarjetas Kanban para coche.*

TARJETAS KANBAN	
Cartulina	\$10
Plastificado	\$5

En la tabla 41 se detalla la inversión en el programa de las 5S's

Tabla 41.

*Detalle de valor: 5S's*

PROGRAMA 5S's	
Capacitación	\$60
Taller	\$20

La última propuesta es de los rodillos transportadores de partes y piezas para el área de laminado como de acanalado. El cual tiene un costo por unidad de \$1000, por lo cual sería un total de \$2000.

Luego de consultar los precios de cada punto de propuesta se realizó una tabla en la cual se suman todas las inversiones, y de la misma manera se realizó una tabla en la cual se suman todos los costos periódicos en los cuales se ha incluido los mantenimientos de la codificadora, el coche y los rodillos.

Tabla 42.

*Inversión de las propuestas de mejora.*

INVERSIÓN	
ÍTEM	PRECIO
CODIFICADORA	\$350
COCHE	\$360
KANBAN DE PRODUCCIÓN	\$100
PROGRAMA 5S's	\$80
RODILLOS TRANSPORTADORES	\$1.000
TARJETAS KANBAN	\$15
TOTAL	\$1.905

Tabla 43.

*Costo de las propuestas de mejora.*

COSTOS	
ÍTEM	PRECIO
ROLLO PARA CODIGOS	\$20
TINTA PARA CODIFICADORA	\$35
MANTENIMIENTO CODIFICADORA	\$45
MANTENIMIENTO DE RODILLOS TRANSPORTADORES	\$30
MANTENIMIENTO COCHE	\$20
TOTAL	\$150

Una vez que tenemos los totales de la inversión y del costo. Tomaremos en cuenta el ahorro de producción, ya que como se ha detallado en el capítulo anterior mediante estas propuestas de mejora se espera reducir el tiempo de

producción por metro lineal. Actualmente para realizar un metro lineal de cocina la producción lleva un tiempo de 209,37 minutos, mediante la propuesta se espera tomar un tiempo de 153,9 minutos. Lo que quiere decir que actualmente al mes se tiene una capacidad de producción de 37,4 metros lineales y con la propuesta de mejora podría producir 44 metros lineales, cumpliendo con la demanda.

En la siguiente tabla se demuestra el ahorro productivo que se tendría en un mes, el cual es de 1188,00 dólares americanos.

Tabla 44.

*Ahorro productivo mensual.*

AHORRO PRODUCTIVO			
Producción Mensual	Metros lineales (ML)	Costo unitario (ML)	Costo TOTAL
Actual	37,40	\$ 180,00	\$ 6.732,00
Propuesto	44,00	\$ 180,00	\$ 7.920,00
AHORRO PRODUCTIVO	6,60	\$ 180,00	\$ 1.188,00

Mediante este ahorro mensual, el dato de la inversión y costos se procede a realizar el análisis del VAN y la TIR. Los cuales nos ayudarán a identificar si la inversión es factible o no. En la tabla 36, se presentará el análisis del VAN y la TIR. El cual se realizó en proyección a tres meses.

Tabla 45.

*Análisis del VAN y la TIR de las propuestas de mejora.*

Mensual	0	1	2	3
- Inversiones del año (inicial o posterior)	\$ (1.905,00)			
+ Reventa de inversiones (valor total de reventa)				
= Flujo anual de inversión (I)				
+ Flujo de beneficios de producción(ahorros productivos)		1188,00	1188,00	1188,00
- Flujo de costos de producción (costos adicionales)				
- Flujo de gastos operativos (gastos adicionales)		\$-150		\$-150
+/- Otros				
= Flujo anual de operación antes de impuestos (O)				
Flujo anual libre del proyecto (I+O)	\$ (2.055,00)	1.188,00	1.188,00	1.038,00
VAN		\$ 702,73		
TIR		31,21%		

El VAN, el cual es el valor actual neto, me indica si la inversión producirá ganancias o pérdidas como en este caso el VAN es mayor a cero, esto me indica que la inversión producirá ganancias.

Por otro lado, la TIR, el cual es la tasa interna de retorno, indica cuanto será el retorno sobre la inversión, para esto hay que tener en cuenta que si el VAN es positivo este retorno será positivo y si es negativo será un retorno negativo.

Se ha realizado el análisis con proyección a 3 meses, siendo la inversión inicial en el mes 0 y se tiene la proyección a los siguientes meses con los nuevos costos que se tendría, los cuales son: rollo para codificadora, tinta para codificadora, mantenimiento de codificadora, mantenimiento de los rodillos transportadores y del coche transportador de partes y piezas.

En este caso analizando el VAN nos dio un resultado positivo siendo este de 702,73 dólares americanos, por ende, la TIR siendo del 31,21% será un retorno a favor de la propuesta de mejora. Siendo este retorno en los tres primeros meses de la inversión.

Examinando los puntos anteriores, la inversión para este proyecto de mejora es favorable. Ya que se tienen resultados positivos no solo económicamente, sino que también se tendrán en la parte de producción, siendo la planta de producción más organizada, limpia y amigable con el personal, y la información más clara tanto para el jefe de producción como para los operarios.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

Para el levantamiento de información de los procesos fue necesario estar en el campo, es decir donde la producción puede ser observada en tiempo real. Una vez que se entendió el proceso productivo entonces se pudo realizar la toma de tiempos y datos, los cuales se hicieron en formatos adecuados para cada proceso.

Se pudo definir las causas raíz de los problemas una vez analizado los datos y utilizando herramientas como el de los cinco porqués. Los cuales indicaron que, en el área de proceso de corte, la cual actualmente es el cuello de botella, la tarea de etiquetado toma el 25% del tiempo del proceso, ya que se lo realiza de manera manual. Para el ensamble de los módulos de cocina los operarios toman el 16,7% de todo el tiempo de producción al clasificar y transportar las partes y piezas. No todos los procesos se realizan de forma estandarizada, actualmente cada operario tiene su manera de realizar las tareas.

Con la identificación de las causas raíz, se propuso las mejoras en las cuales se ha desarrollado y diseñado:

Administración visual: *Kanban* de producción, para que los operarios puedan identificar sus objetivos a cumplir. Tarjetas *Kanban* para el coche transportador y clasificador de partes y piezas, el cual también ha sido diseñado de acuerdo a la necesidad de producción. Diseño de etiquetado con la ayuda de una codificadora, para una mejor trazabilidad de las partes y piezas.

Trabajo estandarizado: se ha desarrollado hojas SOS, para que los operarios tengan una guía/ referencia para realización de su trabajo.

VSM (mapa de cadena de valor): por medio de este mapa de cadena de valor se pudo identificar gráficamente las mejoras a realizar y por ende se tiene el VSM actual y el VSM propuesto.

Mediante la simulación realizada en el programa FlexSim, se identificó la cantidad de metros que recorre un operario en promedio al realizar un metro lineal y por este se pudo simular la distancia recorrida actual la cual es de 510 metros y la propuesta la cual es de 260 metros. Es decir, con las mejoras ya

sea el coche o el rodillo transportador de partes y piezas, se podrá minimizar en un 49% del recorrido total actual.

Se realizó un análisis de tiempos con las propuestas de mejora con la cual se llega a ahorrar en 55,47 minutos por metro lineal.

Teniendo en cuenta este análisis de propuestas de mejora, se pudo obtener el ahorro de producción, así como la inversión inicial y los costos periódicos para realizar el análisis de costo beneficio, el cual sale en favor la tasa de interés de inversión, en un periodo de tres meses, indicando que es factible.

## 6.2 Recomendaciones

Se recomienda mantener en rotación a los operarios, capacitándolos en las diferentes áreas haciendo uso de las hojas de trabajo estandarizado, por lo cual también se recomienda hacer un manual de uso de cada máquina y así los operarios puedan hacer uso efectivo de las mismas; esto se debe a que la planta cuenta con un número limitado de operarios y al momento que un operario falta, actualmente se detiene la producción esperando que el gerente de producción llegue, entonces si los operarios son capacitados y tienen un manual podrían ocupar el lugar del faltante y continuar con la producción sin necesidad de esperar al gerente.

Es recomendable realizar un estudio minucioso del proceso de ensamble, ya que actualmente realizan este proceso de manera básica con un uso de plantillas simples que muchas veces estas son desechadas, y cuando llega una nueva orden entonces toman parte del proceso para volver a hacer plantillas nuevas; mediante las plantillas se aumentaría la calidad del producto entregado y a su vez tomaría menos tiempo realizar este proceso.

Se recomienda realizar un análisis de tiempos no solo en el producto de melamínico de cocinas sino también en baños, clósets y puertas, así como también en madera sólida, para de esa manera con la propuesta de nuevas mejoras disminuir los tiempos de respuesta y poder llegar a nuevos clientes.

Se recomienda realizar un análisis de riesgo ergonómico en cada área de producción ya que se observó la existencia de posturas forzadas, así como la

de movimientos repetitivos y se debe considerar que eso conlleva a un desgaste físico y la capacidad de los operarios disminuye.

## REFERENCIAS

- Agudelo, F., & Escobar, J. (2010). Gestión por procesos. Medellín: Kimpres Ltda.
- Cartola, L. (2017). La Cartola Maderas. Recuperado de <https://lacarlotamaderas.com/que-es-la-melamina-con-que-beneficios-cuenta/>
- Chase, R., & Jacobs, R. (2014). Administración de operaciones producción y cadena de suministro. México: MCGraw Hill.
- Equipo Plataforma Arquitectura. (2014). Plataforma Arquitectura. Recuperado de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/628200/materiales-puertas-de-madera-maciza>
- Estandarización, C. G.-G. (2014). Capacitación GM-GMS BIQ IV Estandarización. México.
- Freivalds, A., & Niebel, B. (2014). Ingeniería industrial de Niebel. En A. Freivalds, & B. Niebel, Ingeniería industrial de Niebel. México: McGraw Hill.
- Freud Jakob, R. B. (2014). BPMN 2.0 Manual de referencia y guía práctica. Santiago de Chile: Chile.
- García, R. (2005). Estudio del trabajo. México: McGrawHill.
- González, F. (2007). Raites antes Panorama Administrativo - Revista de Administración - Management Journal. Recuperado el 13 de mayo de 2018, de <http://admon.itc.mx/ojs/index.php/panorama/article/view/63/70>
- Heizer, J., & Render, B. (2015). Dirección de producción: desiciones tácticas. Madrid: Pearson.
- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implementación. Madrid: Fundación EOI.
- Huasmi. (2011). Web del Bricolaje Diseño Diy. Recuperado de <https://www.brico-diy.net/2011/03/plano-de-mueble-de-melamina-proyecto-2-alacena-de-cocina.html>
- Luis, P. (2016). Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos. Recuperado el 13 de mayo de 2018 de <https://ebookcentral-proquest-com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec/lib/udlasp/reader.action?docID=48705>

47&query=Ingenier%C3%ADa%20de%20m%C3%A9todos:%20movimientos%20y%20tiempos.

- Moori, I. G. (s.f). Medición del trabajo: tiempo normal, tiempo estándar. Recuperado el 6 de agosto de 2018 de <https://image.slidesharecdn.com/w20150716201057910700004798709-01-2015210228pmsesinetr06-151018234957-lva1-app6891/95/medicion-del-trabajo-estudio-por-el-trabajo-7-638.jpg?cb=144521226>
- Morales, I. (2014). Seis técnicas de Resolución de Problemas: "Los 5 Por Qué's". Recuperado de <http://www.5consultores.com/wp-content/uploads/2014/06/WP-T%C3%A9cnicas-Resoluci%C3%B3n-de-Problemas-5-Por-Qu%C3%A9.pdf>
- Admin. (2014). Blog-Top punto com. Recuperado de <http://www.blog-top.com/el-ciclo-phva-ejemplo-de-aplicacion-de-esta-herramienta-de-calidad/>
- Flexsim. (2018). Recuperado de <http://www.tt-ipd.info/flexsim.html>
- Google Maps. (sf). Recuperado de [https://www.google.com/maps/dir/Juan+Bautista+Aguirre+Y+Prudencio+Salazar+\(2\)/Centro+De+Salud+Obrero+Independiente,+Quito/@-0.2437591,-78.4967236,18z/data=!4m13!4m12!1m5!1m1!1s0x91d599c746141379:0xe004fac5e913a482!2m2!1d-78.4967887!2d-0.243576!1m5!1m1!1s0](https://www.google.com/maps/dir/Juan+Bautista+Aguirre+Y+Prudencio+Salazar+(2)/Centro+De+Salud+Obrero+Independiente,+Quito/@-0.2437591,-78.4967236,18z/data=!4m13!4m12!1m5!1m1!1s0x91d599c746141379:0xe004fac5e913a482!2m2!1d-78.4967887!2d-0.243576!1m5!1m1!1s0)
- Helfen, J. (2018). Lynda. Recuperado de <https://www.lynda.com/Inventor-tutorials/Autodesk-Inventor-2019-New-Features/664813-2.html>
- Intedya. (2016). Recuperado de 2018 de <http://www.intedya.com/internacional/916/noticia-combate-la-pereza-con-el-metodo-kaizen.html>
- Paradigm, V. (2010). Visual Paradigm. Recuperado de <https://www.visual-paradigm.com/tutorials/import-bizagi.jsp>
- Sicsa. (2018). Sicsa. Recuperado de <http://www.bandas-transportadoras.com.mx/node/9>
- SoftArchive.(2016). Recuperado de 2018 de [https://sanet.st/blogs/training4all/autodesk\\_inventor\\_new\\_features.1934424.html](https://sanet.st/blogs/training4all/autodesk_inventor_new_features.1934424.html)

- Spcgroup.(s.f). Recuperado de [https://www.google.com/search?q=los+5+por+ques&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwis36CwjZDdAhUE7VMKHeH2DOEQ\\_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgdii=58bYx8Etip11sM:&imgrc=Im\\_59WoCC44PFM](https://www.google.com/search?q=los+5+por+ques&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwis36CwjZDdAhUE7VMKHeH2DOEQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgdii=58bYx8Etip11sM:&imgrc=Im_59WoCC44PFM):
- Rajadell Carreras, M., & Sánchez García, J. L. (2009). *Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad*. Madrid: Díaz de Santos.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2009). *Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad*. Recuperado el 14 de junio de 2018 de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/reader.action?docID=3196599&query=Lean%20Manufacturing,%20la%20evidencia%20de%20una%20necesidad>
- Socconini, L. (2013). *Lean Company más allá de la manufactura*. México: Cargraphics S.A. de C.V.
- Socconini, L. (2014). *Certificación Lean Six Sigma Yellow Belt para la excelencia en los negocios*. Barcelona: ICG Marge.
- Vega, L., Álvarez, B., & Bernal, C. (2011). *Administración por calidad*. Colombia: Alfaomega.
- Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 9001-2015. (2015). *Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos*. Quito: INCOTEC

## **ANEXOS**

# KANBAN DE PRODUCCIÓN MODULARES DE COCINA

CLIENTE

FECHA ENTREGA

ORDEN

## PROCESO DE CORTE

**Por hacer** 🧐

Nro. Tableros por cortar:

Fecha Inicio:

Hora Inicio:

**En proceso...** 🧐

0% 50% 100%

OBSERVACIONES:

- Esperando tableros
- Máquina no funciona adecuadamente
- Esperando a compañero
- En otro proceso

Finalizado!!! 😄

Nro. Tableros cortados:

Fecha Fin:

Hora Fin:

## PROCESO DE LAMINADO

**Por hacer** 🧐

Nro. Piezas a laminar:

Fecha Inicio:

Hora Inicio:

**En proceso...** 🧐

0% 50% 100%

OBSERVACIONES:

- Esperando piezas
- Máquina no funciona adecuadamente
- Esperando a compañero
- En otro proceso

Finalizado!!! 😄

Nro. Piezas laminadas:

Fecha Fin:

Hora Fin:

## PROCESO DE ACANALADO

**Por hacer** 🧐

Nro. Piezas a acanalar:

Fecha Inicio:

Hora Inicio:

**En proceso...** 🧐

0% 50% 100%

OBSERVACIONES:

- Esperando piezas
- Máquina no funciona adecuadamente
- Esperando a compañero
- En otro proceso

Finalizado!!! 😄

Nro. Piezas acanaladas:

Fecha Fin:

Hora Fin:

## PROCESO DE PERFORADO-CNC

**Por hacer** 🧐

Nro. Piezas a perforar:

Fecha Inicio:

Hora Inicio:

**En proceso...** 🧐

0% 50% 100%

OBSERVACIONES:

- Esperando piezas
- Máquina no funciona adecuadamente
- Esperando a compañero
- En otro proceso

Finalizado!!! 😄

Nro. Piezas perforadas:

Fecha Fin:

Hora Fin:

## PROCESO DE ENSAMBLE

**Por hacer** 🧐

Metros lineales:

Nro. Módulos:

Fecha Inicio:

Hora Inicio:

**En proceso...** 🧐

0% 50% 100%

OBSERVACIONES:

- Esperando piezas
- Máquina no funciona adecuadamente
- Esperando a compañero
- En otro proceso

Finalizado!!! 😄

Metros lineales:

Nro. Módulos:

Fecha Fin:

Hora Fin:

## PROCESO DE ENSAMBLE

**Por hacer** 🧐

Nro. Módulos:

Fecha Inicio:

Hora Inicio:

**En proceso...** 🧐

0% 50% 100%

OBSERVACIONES:

- Esperando piezas
- Máquina no funciona adecuadamente
- Esperando a compañero
- En otro proceso

Finalizado!!! 😄

Nro. Módulos:

Fecha Fin:

Hora Fin:











Anexo 7. Hoja SOS Proceso Ensamble Mod cajonero

**HOJA DE TRABAJO ESTANDARIZADO**

Línea	Modulares de cocina	Estación	Ensamble Módulo cajonero	Nombre del Proceso	Ensamble Manual	Código	P02-01-04B	ELABORADO	REVISADO	APROBADO
								Dayana Moscoso	Edison Chicaliza	

Comentarios	Iniciales	Mesa de trabajo	Herramientas	Materiales	Simbolos	Registro Les	Nombre del Elemento	PROCESO	Tiempo de Trabajo	Tiempo de caminar	Punto Clave

Secuencia	Simbolos	Nombre del Elemento	PROCESO	Tiempo de Trabajo	Tiempo de caminar
1	●	Limpia lámina extra			
2	●	Amar módulo según las especificaciones			
3	●	Colocar rieles en módulo			
4	●	Limpia lámina extra partes de los cajones			
5	●	Amar cajones			
6	●	Colocar tapa cajones			
7	●	Colocar módulo cajonero de cocina en pallets			
8	●	Almacenar			
A	■	OPERACIONES ACICLICAS			
		Tomar todas las partes del coche			

Tack Time	33.2	Total Trabajo/ Total Caminar	0.00	Tiempo de Ciclo	33.20	Tack Time	33.20
-----------	------	------------------------------	------	-----------------	-------	-----------	-------

