



UNIVERSIDAD  
TECNOLÓGICA  
DEL PERÚ

Facultad de Ingeniería  
Carrera de Ingeniería Industrial

**“Propuesta de mejora del proceso  
productivo de fabricación de cocinas a  
gas mediante Lean Manufacturing en una  
PYME”**

Autores:

Juan Felix Cursi Cahuachia  
Yesby Smith Valdivia Castro

Para obtener el Título Profesional de:

**Ingeniero Industrial**

Asesor:

Olinda Marcela Medina Málaga

Arequipa, mayo del 2019

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de tesis a mis padres y hermanos quienes fueron un gran ejemplo y apoyo durante el transcurso de la presente investigación; A ellos quienes son mi principal motor y motivo de superación profesional y personal.

Yesby Valdivia Castro

Dedico este trabajo de tesis a mis padres, hermanas, sobrina y cuñado; quienes fueron las personas que me apoyaron y motivaron a culminar con el presente trabajo de investigación.

Juan Cursi Cahuachia

## **Agradecimiento**

Agradecemos a la ingeniera Medina Málaga Olinda Marcela por su apoyo absoluto durante el desarrollo de la presente investigación.

## **RESUMEN**

La presente investigación tiene como objeto mejorar el proceso productivo de cocinas a gas mediante Lean Manufacturing en una PYME en la ciudad Arequipa, actualmente su proceso productivo es de manera convencional, desarrolla su proceso productivo en 15 pasos, con 74.5 metros de recorrido, un tiempo de ciclo de producción 2h 35min 00s y cuenta un nivel productivo parcial de 1.18 cocinas / hora.

Para resolver dicha problemática, se desarrolla una metodología basada en Lean Manufacturing, las herramientas asignadas son 5's y JIT, estas permiten mejorar el proceso productivo, optimizar el recorrido y mejorar el tiempo de ciclo de fabricación.

Se tiene los siguientes resultados: el proceso productivo se desarrolla en 12 pasos, el recorrido será de 55 metros y el tiempo de fabricación es de 2h 00min 00s con ello se alcanza un nivel productivo de 1.50 cocinas / hora.

En conclusión, la propuesta de mejora del proceso productivo reduce: 3 pasos del proceso de fabricación que representa una mejora de 20%, 19.5 metros de recorrido que representa 26.25%, un tiempo de 00h 35min 00s que representa una mejora de 22.58% y una diferencia en aumento del nivel productivo en 0.32 cocinas / hora, siendo factible la implementación de la propuesta de mejora.

Palabras claves: Proceso productivo, lean manufacturing, PYME.

## **ABSTRACT**

The objective of this research is to improve the production process of gas cookers through Lean Manufacturing in an SME in the city of Arequipa, currently its production process is conventional, it develops its production process in 15 steps, with 74.5 meters of travel, a time of production cycle 2h 35min 00s and has a partial production level of 1.18 kitchens / hours.

To solve this problem, a methodology based on Lean Manufacturing is developed, the tools assigned are 5's and JIT, and these allow improving the production process, optimizing the route and improving the manufacturing cycle time.

The following results are obtained: the production process is carried out in 12 steps, the route will be 55 meters and the manufacturing time is 2h 00min 00s, thus reaching a production level of 1.50 kitchens / hours.

In conclusion, the proposal of improvement of the production process reduce: three steps of the manufacturing process that represents an improvement of 20%, 19.5 meters of travel that represents 26.25%, a time of 00h 35min 00s that represents an improvement of 22.58% and a difference in increase of the productive level in 0.32 kitchens / hours. Making feasible the implementation of the improvement proposal.

Keywords: Production process, lean manufacturing, SME.

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT .....	vi
INDICE GENERAL .....	viii
INDICE DE TABLAS.....	xi
INDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
INDICE DE ANEXOS.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	xvii
CAPITULO 1: PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA .....	1
1.1. Planteamiento Del Problema .....	1
1.2. Pregunta de Investigación .....	2
1.3. Objetivos: General y Específicos .....	2
1.4. Justificación.....	3
1.5. Alcances.....	3
1.6. Limitaciones.....	3
1.7. Variables e Indicadores .....	4
1.8. Operacionalización de Variables.....	5
CAPITULO 2: ESTADO DEL ARTE .....	6
2.1. Referencias a Nivel Internacional .....	6
2.2. Referencias a Nivel Nacional.....	11
2.3. Referencias A Nivel Regional .....	17
CAPITULO 3: MARCO TEORICO.....	19
3.1. Productividad.....	19
3.2. Proceso .....	20
3.3. Calidad .....	21
3.4. Lean Manufacturing.....	22



3.5.	Mejora Continua de Procesos.....	35
3.6.	Tecnología del Producto.....	40
CAPITULO 4: ANÁLISIS ACTUAL DE LA FABRICACIÓN DE COCINAS A GAS DE DOS HORNILLAS .....		43
4.1.	Descripción de la Empresa.....	43
4.2.	Análisis del Tiempo de Producción: .....	44
4.3.	Análisis del Recorrido Actual de Producción.....	60
4.4.	Diagnostico Actual de la Empresa .....	62
4.5.	Resultados del Diagnostico Actual.....	63
CAPITULO 5: DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA .....		64
5.1.	Identificación de la Metodología.....	64
5.2.	Técnicas de la Investigación.....	64
5.3.	Herramientas de la Investigación.....	65
5.4.	Descripción de la Metodología a Desarrollar.....	65
5.5.	Población y Muestra .....	65
5.6.	Identificación y Definición de Defectos.....	65
5.7.	Herramientas de Manufactura Esbelta.....	74
5.8.	Desarrollo de Herramientas de Lean Manufacturing 5'S y JIT .....	77
5.9.	Puesta en Marcha del Plan.....	103
CAPITULO 6: RESULTADOS.....		129
6.1.	Análisis de Tiempo .....	129
6.2.	Análisis Financiero.....	142
6.3.	Producción Actual.....	146
6.4.	Costos de Implementacion de das Herramientas de Lean Manufacturing (JIT – 5'S).....	149

6.5. Ahorro Generado por la Implementación de las Herramientas de Lean Manufacturing .....	157
6.6. Productividad y Eficiencia a Alcanzar .....	160
6.7. Analisis y Discusion de Resultado .....	161
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	167
Conclusiones .....	167
Recomendación .....	168
ANEXOS.....	170
BIBLIOGRAFÍA.....	219

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variables e indicadores.....	4
Tabla 2 Operacionalización de variables.....	5
Tabla 3 Simbología de diagrama de operaciones .....	38
Tabla 4 Toma de tiempo del proceso de fabricación de cocinas .....	51
Tabla 5 Tiempo muerto.....	53
Tabla 6 Diagrama Hombre-Máquina.....	55
Tabla 7 Tiempo de fabricación actual .....	59
Tabla 8 Distancia de recorrido actual de fabricación de cocinas de dos hornillas .....	62
Tabla 9 Defecto identificados.....	66
Tabla 10 Frecuencia de defectos.....	68
Tabla 11 Defectos vs Herramientas de lean manufacturing .....	75
Tabla 12 Asignación de herramienta de lean manufacturing.....	77
Tabla 13 Defectos a solucionar con 5'S.....	79
Tabla 14 Cronograma de capacitación y difusión.....	80
Tabla 15 Clasificación de estado actual de Herramientas.....	85
Tabla 16 Defectos a solucionar con JIT .....	101
Tabla 17 Cronograma de capacitación y difusión.....	102
Tabla 18 Tabla de análisis de Valor Agregado.....	103
Tabla 19 Defectos a solucionar con JIT .....	104
Tabla 20 Primer defecto a solucionar JIT.....	105
Tabla 21 Criterios de relación (Método SLP) .....	106
Tabla 22 Orden de proximidad (Método SLP).....	106
Tabla 23 Tareas predecesoras del proceso agrupadas en secciones.....	108
Tabla 24 Rango de evaluación .....	113
Tabla 25 Restricciones y condiciones para desarrollar el método SLP y método de distribución por producto.....	113

Tabla 26 Evaluación de alternativas de la distribución de planta .....	115
Tabla 27 Distancia total de recorrido propuesto .....	118
Tabla 28 Defectos a solucionar con JIT .....	119
Tabla 29 Cantidad de materia prima a usar .....	120
Tabla 30 Defectos solucionar con JIT .....	122
Tabla 31 Defectos a solucionar con JIT .....	123
Tabla 32 Secciones a solucionar .....	128
Tabla 33 Comparación de Takt Time .....	129
Tabla 34 Comparación de tiempos de producción .....	130
Tabla 35 Pasos y recorrido de fabricación actual vs propuesto.....	131
Tabla 36 Tiempo de fabricacion actual vs propuesto .....	133
Tabla 37 Tiempo perdido por defectos (5'S) .....	134
Tabla 38 Tiempo perdido por defectos (JIT) .....	134
Tabla 39 Resumen de tiempo de ciclo .....	142
Tabla 40 Costo por defectos .....	143
Tabla 41 Costo por defectos .....	144
Tabla 42 Cuadro de resumen de costos por defectos .....	145
Tabla 43 Costo actual de producción .....	146
Tabla 44 Costo de mano de obra actual .....	148
Tabla 45 Resumen de costos e ingresos .....	148
Tabla 46 Costo de personal para implementación (5'S).....	149
Tabla 47 Costo de herramientas (5'S) .....	150
Tabla 48 Costo de mantenimiento de equipos (5'S).....	151
Tabla 49 Costos de implementos de limpieza (5'S) .....	152
Tabla 50 Costos adicionales (5'S).....	152
Tabla 51 Resumen de costos de implementación (5'S) .....	153
Tabla 52 Costos de personal (JIT) .....	154

Tabla 53 Costos de eliminación de desperdicios (JIT) .....	155
Tabla 54 Resumen de costos de implementación (JIT).....	155
Tabla 55 Costo de producción propuesta.....	157
Tabla 56 Mano de obra propuesta .....	159
Tabla 57 Resumen de costos e ingresos de propuesta.....	159
Tabla 58 Diferencia de costos actual vs propuesto .....	159
Tabla 59 Solución propuesta para defectos a solucionar con 5'S .....	163
Tabla 60 Solución propuesta para defectos a solucionar con JIT .....	163
Tabla 61 Propuesta de mejora.....	165

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Esquema de proceso.....	20
Gráfico 2 Diagrama de Ishikawa .....	39
Gráfico 3 Diagrama de proceso general de la fabricación de cocina .....	42
Gráfico 4 Layout de PYME.....	61
Gráfico 5 Recorrido del operador actual.....	61
Gráfico 6 Diagrama de Pareto de defectos en el proceso de producción actual.....	73
Gráfico 7 Tarjeta roja 5´S.....	84
Gráfico 8 Armario porta herramientas referenciales .....	88
Gráfico 9 Bandeja referencial.....	89
Gráfico 10 Ambiente habilitado para guardar herramientas .....	89
Gráfico 11 Unión de procesos.....	92
Gráfico 12 Proceso estandarizado de habilitado de soportes.....	93
Gráfico 13 Proceso estandarizado de Habilitado de planchas .....	93
Gráfico 14 Proceso estandarizado de ensamble.....	94
Gráfico 15 Matriz de relación entre áreas .....	107
Gráfico 16 Diagrama de precedencia de procesos .....	108
Gráfico 17 Recorrido Actual .....	116
Gráfico 18 Recorrido Propuesta.....	117
Gráfico 19 Layout Propuesto .....	118
Gráfico 20 Plano de cocina de dos hornillas .....	121
Gráfico 21 Prototipo de mejora para el armado (ensamble inicial) .....	122
Gráfico 22 Maquina de Soldar GMAW (Referencial).....	124
Gráfico 23 Termómetro referencial .....	126
Gráfico 24 Check List.....	127
Gráfico 25 Comparación de tiempos.....	130
Gráfico 26 Pasos de fabricación .....	132

Gráfico 27 Tiempo de producción a reducir .....	133
Gráfico 28 Horas Improductivas.....	135
Gráfico 29 Porcentaje de comparación de tiempos.....	135
Gráfico 30 Comparación de Tiempos.....	136
Gráfico 31 Comparación de panoramas (5'S).....	137
Gráfico 32 Comparación de panoramas JIT.....	138
Gráfico 33 Escenario pesimista .....	139
Gráfico 34 Escenario Normal .....	140
Gráfico 35 Escenario Optimista .....	141
Gráfico 36 Comparación de costos .....	145
Gráfico 37 Costo de implementación de herramientas de lean manufacturing .....	156
Gráfico 38 Resumen de análisis .....	160

## INDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1 Toma de Tiempos .....	170
Anexo N° 2 Identificación de Defectos .....	180
Anexo N° 3 Valor Agregado de la Solucion De Defectos .....	185
Anexo N° 4 Tiempo de Produccion Propuesto .....	187
Anexo N° 5 Observacion y Encuestas de Defectos.....	188
Anexo N° 6 Nuevo Tiempo de Ciclo.....	190
Anexo N° 7 Desarrollo de Panoramas .....	193
Anexo N° 8 Diagrama Causa-Efecto.....	201
Anexo N° 9 Diagrama Medios Y Fines.....	202
Anexo N° 10 Diagramas Causa – Efecto Para Defecto Prioritarios.....	203
Anexo N° 11 Diagrama de Analisis De Proceso (Dap).....	211
Anexo N° 12 Ficha de Tiempos de proceso productivo.....	231



## **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad el desarrollo económico en el Perú, es impulsado por diversas empresas, entre ellas las pequeñas y micro empresas (PYMES), que constituyen uno de los sectores económicos más significativos, ya que representan el 96.5% de las empresas que existen en el País, dando empleo aproximadamente a más de 8 millones de peruanos.

Sin embargo, en este sector se presentan muchos problemas en relación al desempeño y desarrollo de estas, como es la falta de capital, asesoramiento, planificación, entre otros; generando una deficiente producción y competitividad en el mercado en el que se desarrollan.

Es por ello que muchas de estas PYMES cuentan con una limitada capacidad productiva, inmerso en este problema se encuentra el rubro Metalmecánica, rubro en el cual se encuentran las PYMES dedicadas a la fabricación de cocinas a gas, que al igual que otras PYMES optan por hacer sus procesos de manera convencional, generando una productividad deficiente.

Con la mejora de procesos productivos y alcances tecnológicos que se generan en la actualidad, la PYMES buscan la manera de maximizar los beneficios en su empresa y optimizar su producción, con la utilización de sus recursos de manera apropiada, como alternativa para lograr sus objetivos trazados, satisfacer la necesidad y exigencia del cliente.

## **CAPITULO 1**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Planteamiento del Problema**

Según INEI en Perú, al segundo trimestre del año 2018 se registró la creación de 63 mil 748 empresas y se registró el cierre de 27 mil 711, presentando una variación neta de 36 mil 37 unidades económicas. El número de PYMES que se dieron de baja representa una gran preocupación no solo por la variación neta de unidades económicas, sino que esta cifra tiene tendencia a crecer, a razón de que muchas de estas pequeñas empresas se enfrentan el típico problema al emprender un negocio; no proyectan su inversión, al querer vender a todo el mundo con poco capital y competir a gran escala con las grandes empresas, sin saber que el capital inicial se irá diluyendo.

Uno de los rubros más afectados mencionado en el párrafo anterior es la industria metalmecánica ya que registra el cierre del 7.5% de estas PYMES, este rubro cuenta con la posibilidad de abarcar un alto porcentaje en el mercado ya que presentó un crecimiento de 6.1% en el año 2017; sin embargo muchas PYMES desaprovechan esta oportunidad por diversos factores como tales son: económicos, tienen procesos inadecuados, personal no calificado, logística inadecuada, ingresos de nuevos competidores, falta de capacitación, etc.

Inmerso en este problema se encuentran las PYMES dedicadas a la fabricación de cocinas a gas; a razón de que actualmente sus procesos productivos implementados son inadecuados, lo que genera la falta de aprovechamiento de su capacidad máxima productiva al no contar con maquinaria adecuada, herramientas adecuadas y falta de métodos adecuados para su fabricación ,dando como resultado de ello productos defectuosos e incumplimiento de la producción en el tiempo estimado, todo ello origina pérdidas en las utilidades de la empresa por que se genera un rechazo del producto final el cual debe entrar a un reproceso para poder ser aceptado por el cliente.

## **1.2. Pregunta de Investigación**

¿Cómo mejorar el proceso productivo de la fabricación de cocinas a gas en una PYME?

## **1.3. Objetivos: General y Específicos**

### **a. Objetivo General**

- Proponer una alternativa de mejora para el proceso productivo de fabricación de cocinas a gas en una PYME mediante Lean Manufacturing.

### **b. Objetivos Específicos**

- Analizar las causas del deficiente proceso productivo de fabricación de cocinas a gas en una PYME.
- Determinar una alternativa para mejorar el proceso de fabricación de cocinas a gas en una PYME mediante Lean Manufacturing.
- Comparar el proceso convencional de fabricación de cocinas a gas frente a la nueva alternativa propuesta en relación a la producción.

#### **1.4. Justificación**

Con la presente investigación se aspira a mejorar el proceso de fabricación de cocinas a gas de una PYME, a su vez contribuir con el desarrollo de las pymes dedicadas a este rubro, en distintos aspectos como: la productividad ya que se incrementará su capacidad productiva logrando ser más competitivos en este rubro; en el aspecto económico al reducir los tiempos de producción se incrementará el beneficio económico y en el aspecto social redundará en la necesidad de contar con más colaboradores generando más oportunidades laborales.

#### **1.5. Alcances**

En este proyecto de investigación se aspira a realizar un análisis detallado de la situación actual de una PYME dedicada a la fabricación de cocinas a gas, con la finalidad de lograr identificar los principales problemas que se presentan en el proceso productivo.

Se presenta una alternativa de mejora en la cual se realiza una evaluación económica y su vez se cuantificará el impacto a través de indicadores que se definirán durante el desarrollo de este proyecto.

#### **1.6. Limitaciones**

Temporal: El presente trabajo de investigación tiene un periodo comprendido entre el mes de setiembre del 2018 hasta febrero 2019.

Espacial: El presente trabajo de investigación se lleva a cabo en una PYME dedicada a la fabricación de cocinas a gas, se la denominara la empresa VDC S.A.C con el fin de salvaguardar su información.

Información: La información básica es proporcionada por la PYME al inicio de la investigación, la proyección se realizará en base a ella.

## 1.7. Variables e Indicadores

Tabla 1 Variables e indicadores

VARIABLES		INDICADORES
<b>Variable Independiente</b>	Herramientas de Lean Manufacturing	Productividad
<b>Variable dependiente</b>	Proceso productivo	Calidad de productos
		Costos
		Tiempo de ciclo

*Fuente: Elaboración propia*

## 1.8. Operacionalización de Variables

Tabla 2 Operacionalización de variables

OBJETIVOS	VARIABLES		DIMENSION	INDICADORES	TECNICAS	INSTRUMENTOS
<b>GENERAL :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar y proponer una alternativa de mejora para el proceso productivo de fabricación de cocinas a gas en una PYME mediante Lean Manufacturing.</li> </ul>	Dependiente	Proceso productivo	Mejora de procesos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel Productivo.</li> <li>Eficiencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Observación.</li> <li>Toma de tiempos.</li> <li>Encuestas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guía de observación.</li> <li>Formulario de estudios de tiempos.</li> <li>Cuestionarios.</li> </ul>
<b>ESPECIFICOS :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar las causas del deficiente proceso productivo de fabricación de cocinas a gas en una PYME.</li> <li>Determinar una alternativa para mejorar el proceso de fabricación de cocinas a gas en una PYME.</li> <li>Comparar el proceso convencional de fabricación de cocinas a gas frente a la nueva alternativa propuesta.</li> </ul>	Independiente	Herramientas de lean manufacturing	5'S	<ul style="list-style-type: none"> <li>Separar lo innecesario.</li> <li>Orden en el área de trabajo.</li> <li>Eliminación de la suciedad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Observación.</li> <li>Encuesta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guía de observación.</li> <li>Cuestionarios.</li> </ul>
			JIT	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estandarización del proceso.</li> <li>Nivel de adaptación.</li> <li>Rapidez de flujo productivo.</li> </ul>		

Fuente: Elaboración propia

## **CAPITULO 2**

### **ESTADO DEL ARTE**

#### **2.1. Referencias a Nivel Internacional**

##### **a. Diagnostico industrial de una empresa metalmecánica.**

En el año 2013, el ingreso de nuevos competidores extranjeros afecto a muchas empresas, como es el caso de METAL 40 que atravesó una crisis años atrás, ya que su principal cliente cambio de proveedor. Actualmente lograron fidelizar un nuevo cliente una empresa de línea blanca, este cliente exporta su producto a Ecuador a razón de ello METAL 40 implemento bases de calidad, sin embargo, no llegan a explotar el 100% de su capacidad productiva. En esta investigación se realizó un diagnóstico aplicando una técnica muy conocida en el área industrial, es el Análisis Factorial que consto de tres etapas (descripción de la empresa, análisis factorial, aplicación del análisis factorial). Se obtuvo como resultado que son 3 los factores que causan una deficiente producción: Las maquinarias y las herramientas que se utilizan no cuenta con un plan de mantenimiento adecuado, comunicación ineficiente entre las áreas de alto rango y los operarios, condiciones de iluminación y ruido inadecuados [1].



**b. Diseño y puesta en marcha de un plan de mejoramiento de la gestión de una pyme.**

En las PYMES rediseñar la gestión empresarial, efectuando el plan de implementación, para poder analizar la forma más adecuada de operar. Aumentar su productividad y crecer de manera sustentable, es dificultoso ya que la mayoría de PYMES tienen diferentes perspectivas y características. Para ello es fundamental diagnosticar la situación actual e identificar los problemas más fundamentales, de la mano de una planeación estratégica óptima y por último se debe plantear una propuesta de mejora para la organización, con la finalidad de buscar la optimización de los principales procesos de la empresa. La metodología empleada en esta investigación está enfocada en el diagnóstico organizacional basado en dos parámetros: la estratégica y la funcional. La aplicación de esta metodología nos permitió dar como resultados que la primera acción a realizar de una PYME emergente, luego del diagnóstico es el diseño de un plan estratégico propuesta por esta investigación, puesto que ello aporta a que se cree un contexto propicio para el comienzo del cambio al emprender un nuevo negocio, ya que cuenta con un plan estratégico en un ambiente donde todo ocurre de manera apresurada y puede otorgarle el inicio de un plan de acción concreto, gestado por la misma coalición [2].

**c. Diseño de una estrategia de procesos para el área productiva y comercial, enfocada en el mejoramiento de los tiempos de respuesta de una empresa metalmecánica.**

La empresa metalmecánica denomina METAL S.A.C, denominación dada a razón de resguardar sus datos, es una empresa que tiene una demanda de 3000 unidades de producción semanalmente entre diferentes productos , esta gran demanda muchas veces es difícil de cubrirla , creando insatisfacción por parte de sus clientes; lo cual causa que la empresa perdiera 30% de su

mercado, a razón de ello este trabajo está enfocado en ofrecer una alternativa que permita recuperar y aumentar la participación de mercado de la empresa . Se aplicó una metodología que consta de las siguientes etapas: análisis de la empresa, definición del proyecto, desarrollo de la estrategia, modelar y evaluar la estrategia propuesta; La herramienta que se utilizó para conseguir los objetivos trazados fue la modelación MPX. Al implementar la nueva estrategia productiva que estaba operativa desde febrero 2013, Se observa que el tiempo de respuesta de todo el proceso para los pedidos simples bajó de los 6,5 días a los 2 días, lo cual implica aproximadamente un 70% de reducción. Lo cual deberá traer en mediano plazo un aumento de la demanda, ya que generan que sus clientes recuperen la confianza. Haciendo de la alternativa propuesta factible [3].

**d. Propuesta de rediseño de procesos para la adaptación de un sistema ERP en la empresa metalmecánica ARCOS LTDA.**

Arcos Ltda. Es una PYME del sector metalmecánica dedicada a la fabricación de productos de condecoración; en esta empresa todas sus áreas manejan distintos softwares por lo cual el flujo de información es inadecuado, generando tiempos innecesarios en los distintos procesos básicos y a su vez insatisfacción en los clientes. Para poder cumplir con los objetivos de la investigación , se sigue la siguiente metodología: diagnostico actual de la empresa , rediseño de los procesos con base a una plataforma ERP, rediseño y ajustes de los procesos , análisis de los beneficios cuantitativos y cualitativos de una plataforma ERP y análisis costo beneficio de la propuesta; obteniendo que al implementar el sistema ERP y rediseñar los procesos según la propuesta la inversión se recuperara en un tiempo mayor a razón que la reducción de costos se da en periodo corto, y se puede tener una reducción de gastos significativa de 60 millones de pesos para el próximo cuarto año [4].

**e. Optimización del proceso de ensamble de rieles y chasis de vehículos en la empresa METALTRONIC S.A. de la ciudad de Quito.**

Esta investigación tiene como objeto reducir los tiempos de ensamble de chasis y optimizar el uso de los recursos en ambos lados de la línea de producción, realizando un análisis del proceso actual a través del estudio de tiempos, movimientos, métodos, diagramas de procesos e identificación de cuellos de botellas. La metodología utilizada fue el diagrama de procesos, tablas de doble entrada, triangulares, proximidad, 5 S' y el balanceo de líneas de producción para así obtener una nueva distribución de puesto de trabajo en ambos lados de la línea de producción, un proceso estandarizado y una mejora circulación de los componentes, llevando consigo a una productividad eficiente y de calidad. De esta manera se logró determinar que para el ensamble según la necesidad se requiere 12 operadores, disminuyendo así el tiempo de ciclo en 401 segundos llegando así a obtener un producto terminado en 836 segundos es decir 139,20 minutos por chasis, mejorando en un 11.8% (66 chasis por turno) [5].

**f. Propuesta de un plan de mejora de la eficiencia de los procesos en una empresa metalmeccánica.**

El presente trabajo tiene como finalidad mejorar los procesos de fabricación de una empresa del rubro metalmeccánica, mediante el uso de la metodología Lean Manufacturing, a través de la recopilación de datos y antecedentes de la empresa. Para luego realizar un análisis de los procesos de la empresa, utilizando herramientas como: Mapeo de la Cadena de Valor (VSM) y Mapa de Proceso, con el propósito de identificar las actividades que agregan y no agregan valor, como también cuellos de botellas de los procesos. De esta manera proponer un plan de mejora utilizando como metodología 5W+1H, donde se define en que parte aplicar la mejora, especificando también los recursos

materiales y humanos a emplear. Permitiendo identificar que el 98% del tiempo en que el equipo está en las actividades del proceso de reparación no agregan valor y sólo el 2% del tiempo de las actividades agregan valor, afirmando que la situación actual de la empresa en desperdicios es un aspecto crítico para la organización, y no existen acciones de mejoras por parte de la empresa [6].

**g. Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fabricación artesanal de hornos industriales FACOPA.**

La productividad es uno de los factores más importantes para la empresa FACOPA dedicada a la fabricación de hornos industriales, los tiempos de fabricación y costos de los productos se han elevado siendo este uno de los problemas con mayor grado de importancia para la empresa. La metodología a seguir es: definir el problema, analizar y evaluar el problema, valorar y seleccionar las diversas soluciones en la cual se aplica los diagramas causa y efecto, diagramas flujo de los procesos, entrevistas, y observaciones. Se puede reducir el tiempo de fabricación si se emplea una adecuada organización del puesto de trabajo, control del material, distribución de planta, señalización del ambiente, normas reglamentos y/o y capacitación para todos los colaboradores. Se llegó a identificar tiempos innecesarios en el tiempo de fabricación: de horno bandejas panorámico en 39 minutos, horno de 4 bandejas industriales en 66 min y horno de 6 bandejas en 65 minutos, los cuales podrán ser empleados en tiempos productivos [7].

**h. Ambiente para la ayuda a la mejora de procesos en las pymes.**

Las PYMES son empresas con propias características, las cuales son establecidas por el país en las que se vienen ejecutando. Son empresas con distintas perspectivas a comparación de las grandes empresas en el aspecto cultural, en sus intereses y además cuentan con un espíritu emprendedor particular. Esto hace que cada PYME se dificulte al pronosticar su evolución,

estimar su peso en la producción, el empleo, entre otras variables. En esta investigación la metodología será la investigación exploratoria, ya que se evaluará el ambiente en el que se desarrollan. Los resultados que da la investigación es que si se desarrolla un ambiente enfocado en APGestion con las herramientas propuestas en la investigación para cada una de las prácticas surgidas de la evaluación y análisis de diferentes experiencias, se puede manejar un ambiente en el cual las limitaciones no sean tantas como las que actualmente se afrontan, además de ello se reflejara el nivel de riesgo en el mercado en el que se vienen desarrollando las diferentes PYMES [8].

## **2.2. Referencias a Nivel Nacional**

### **a. Reducción de tiempo de entrega en el proceso productivo de una metalmecánica.**

La empresa INDUSTRIAS PATCOR S.A. fabrica mesas queseras, tinas queseras, marmitas entre otros productos relacionados al sector lácteo. Se identifica como principal problema el incumplimiento de sus productos en el tiempo estimado su indicador de efectividad está por debajo del 70%, la metodología en la presente investigación es de tipo documental y de campo practica explicativo, se usará los lineamientos de la Guía del PMBOK (guía de fundamentos para la dirección de proyectos). así mismo se apoya en el uso de instrumentos como el diagrama de bloques, diagrama de Pareto, EDT (Estructura de Desglose del Trabajo), ciclo de Deming (PDCA), diagrama de árbol de causas, encuesta, 5W 2H, matriz de correlación, hojas de registro y diagrama de flujo. Como resultado se pudo demostrar que sus procesos deficientes están en la etapa de planificación, el producto con mayor demanda es la “marmita” enfocado en el proceso de fabricación de dicho producto, se obtuvo que si se aplica la alternativa propuesta de la mejora del proceso, se logra reducir un 19,6% del tiempo total de la producción de 01 marmita, el

tiempo de entrega de los pedidos se incrementara en un 22.22% y el costo beneficio es mayor a 1, es decir que por cada sol de costo tendrá una utilidad de 2,45 a 2,65 soles [9].

**b. Análisis y diseño de un plan de mejora en el área de producción de la empresa ALBALUZ SRL utilizando la metodología PHVA.**

El proyecto de investigación se basa en el análisis de la situación y el diseño de un plan de mejora continua en la fabricación de cocinas de mesa domestica utilizando la metodología PHVA, la cual permite incrementar la productividad.

Mediante las mejoras realizadas durante la implementación del proyecto se ha logrado incrementar el nivel de efectividad a un 5.76%, además a reducir los costos de fabricación por cada cocina de mesa promedio en un 2.2% (equivalente a un 0.88 soles por cocina). La inversión realizada se ha financiado en un 40%, obteniendo como resultado un VAN de S/. 5,773.38 y TIR 22.24% en un escenario normal, en el escenario optimista VAN de S/. 14467.47 y TIR de 28.29% y en un escenario pesimista el VAN S/. -24,502.34 y TIR de 3.23% [10].

**c. Mejoras en el proceso de fabricación de spools en una empresa metalmecánica usando la manufactura esbelta.**

En esta investigación tiene como objetivo general tiene el diseño de un modelo de aplicación de herramientas de lean manufacturing para la fabricación de spools, se sigue una metodología descriptiva cuantificada con las siguientes etapas: la descripción de conceptos y teorías, descripción general de la empresa, análisis del proceso actual de la empresa, análisis de las herramientas de manufactura esbelta, importancia de cultura organizacional de una empresa en la implementación de la manufactura esbelta, modelo de aplicación del lean manufacturing acorde a los procesos desarrollados para la fabricación de spools, estimación de los montos correspondientes a la inversión

del proyecto. Después de un análisis se decide usar herramientas como KANBAN y 5's en los procesos críticos (habilitado, cardería, soldadura). Se obtuvo como resultados que los procesos críticos son el de habilitado, soldadura, caldearía, que tienen un porcentaje de defectos de 27.18%, 20.13%, 23.44, siendo estos los procesos a los cual se debe priorizar la aplicación de las herramientas propuestas; Se comprueba que con la aplicación de KANBAN y 5'S se reduce un 62,09% de los defectos detectados en los procesos críticos [11].

**d. Propuesta de mejora de modelo de gestión logístico para una empresa metalmecánica en la Ciudad De Chiclayo.**

La empresa en la cual se basa la investigación, es una empresa metalmecánica ubicada en la ciudad de Chiclayo, la cual no cuenta con una gestión logística, lo que impide un control adecuado de los productos terminados y los materiales que egresan e ingresan a la empresa, a consecuencia de ello existe pérdidas de horas-máquina, horas-hombre e incumplimiento en las entregas. Para el desarrollo de esta propuesta de mejora se realiza inicialmente un diagnóstico situacional de la empresa, se definió la metodología de estimación de la demanda más adecuada, se diseña un proceso para afrontar el reaprovisionamiento de la empresa y finalmente se evaluó las consideraciones técnico-económicas derivadas del desarrollo de un modelo de gestión logística. Las herramientas usadas en la investigación son la regresión lineal para la estimación de la demanda y el método de suaviza miento exponencial para pronosticar las futuras ventas, ambas herramientas son necesarias para realizar el MRP de los materiales que se requerirán anualmente. Con la investigación se demuestra que es necesario implementar un área exclusivamente dedicada al área de logística y se plantea un modelo de cálculo de reaprovisionamiento de materiales como propuesta para mejor su flujo logístico [12].

**e. Propuesta de mejora en el proceso de producción de latas de 1 y ¼ gal de capacidad para aumentar la productividad de una empresa de la industria metalmecánica.**

Esta investigación busca ofrecer una propuesta de mejora para los procesos productivos de la empresa ENMETAL S.A.C, dedicada a la producción de envases de hojalatas, la cual viene afrontando distintos problemas siendo el más relevante el porcentaje de productos defectuosos que representa el 20% de su producción y el acumulativo de la materia prima en los diferentes procesos. Ante este problema se plantea usar en la empresa herramientas de Lean manufacturing, después del análisis previo la herramienta que se decide aplicar fue las 5'S. Esta investigación primero realizó el diagnóstico de la situación actual y segundo el planteamiento de la propuesta de solución mediante la aplicación de las herramientas de la filosofía lean manufacturing .Se obtiene como resultado que al aplicar las 5'S se lograra un reducción de 30% de los productos defectuosos y se evitara el acumulativo de materia prima en un 85%, gracias a estos posibles resultados se puede afirmar que se lograrían beneficios significativos al aplicar la propuesta planteada en esta investigación [13].

**f. Propuesta de distribución de planta, para aumentar la productividad en una empresa metalmecánica en ATE Lima, Perú.**

La empresa piloto "Grupo Telepartes" tiene con una producción deficiente porque en su proceso productivo se realiza movimientos innecesarios, no existe una distribución de planta adecuada generando tiempos innecesarios de producción. Esta investigación plantea aplicar las 5S y ofrecer una propuesta para la distribución de planta, con la finalidad de optimizar movimientos, procesos innecesarios y generar menos sobrecostos. La metodóloga fue



correlacional cuasi experimental. En la investigación se hizo muestreo de datos realizando encuestas y se aplicó la técnica balance de línea, que fue implementada en el área de ensamble, área que generaba mayor cuello de botella en todo el proceso. Se aplica las 5S de manera experimental en el área mencionada y los datos obtenidos fueron procesados por un software que dio como resultado un 85% lo que indica que el instrumento es confiable y consistente, en el aspecto económico nos dio que el VAN es positivo y la TIR (12%), demostrando que la propuesta de mejora es rentable [14].

**g. Propuesta de mejora en el proceso de fabricación de pernos en una empresa metalmecánica.**

La empresa FAPERSA es una empresa que produce pernos para el rubro minero, en los últimos años este rubro presento un crecimiento significativo, a consecuencia de ello la demanda para la producción de pernos fue mayor. Sin embargo, esta empresa posee una producción que no es controlada adecuadamente ocasionando que sus tiempos de fabricación sean mayores a lo planificado inicialmente. Para poder optimizar su proceso productivo de la empresa, en esta investigación se realiza La siguiente metodología: descripción de la empresa, evaluación de alternativa de solución, costo y beneficio de la alternativa propuesta; las herramientas para mejorar el proceso serán las 5's, implementación del SMED y Poka Yoke; para analizar si la propuesta de mejora alcanza el objetivo trazado se creó en la empresa un área piloto del proceso de tornado, dando como resultado que al aplicar las herramientas propuesta se logra aumentar la productividad operativa del área piloto en un 85%. Se comprueba que la interacción entre las tres técnicas, el SMED, Poka Yoke, y las 5's generan tiempos menores en la producción, haciendo de esta propuesta una alternativa viable para mejorar el proceso productivo total [15].

**h. Aplicación de un modelo integrado de gestión de la producción para mejorar la productividad de la línea de fabricación de llaves de cerradura.**

Esta investigación busca mejorar la productividad, reducir costos, desperdicios y productos no conformes de la línea de fabricación de llaves de cerradura de la empresa Klaus Brass, a través del diseño y la implementación de un Modelo Integrado de Gestión de la Producción TLM implementando herramientas de Lean Manufacturing, como teoría de restricciones (TOC), Poka Yoke, 5 S' y SMED.

Llega a mejorar la productividad en 7.48%, el costo de fabricación de 0.2042 soles/unid. A un costo de 0.1889 soles/unid asimismo el producto no conforme en el proceso de laminado se redujo de 1.71% a 0.18%. En el proceso de troquelado también el producto no conforme se redujo de 2.90% a 0.43%, viéndose esto reflejado en el incremento de la capacidad de producción en un 22.48% [16].

**i. Mejora en los procesos de una empresa fabricante de máquinas de automatización.**

En esta investigación se realiza un análisis y diagnóstico de la situación actual de una empresa manufacturera dedicada a la fabricación de máquinas automatizadas de acuerdo a las necesidades de los clientes. Con el fin de optimizar los procesos que se realizan dentro de la empresa a través de la metodología Lean Manufacturing como la implementación de la reestructuración del flujo de trabajo de diseño, evaluación económica de la elaboración de política de inventario de materiales frecuentes, 5 S' y Jidoka (cero defectos) Poka Yoke (prevenir errores en el proceso productivo). Y evaluar los costos y beneficios implicados en la implementación de estas metodologías. Para las cuatro propuestas se tiene: el resultado del cálculo de VPN es positivo; el resultado del ratio B/C es mayor a uno y la TIR es mayor al costo de oportunidad empleado

para el estudio. De este modo, la factibilidad económica de implementación de las propuestas queda comprobada. Actualmente las máquinas fabricadas oscilan entre los \$ 18,000 Y \$ 40,000 con estas la empresa registra una utilidad neta de 25%; con la implementación de las alternativas se logra obtener que con una maquina ensambladora \$ 40 000 el 50% de utilidad [17].

### **2.3. Referencias a Nivel Regional**

#### **a. Propuesta de un modelo de gestión por procesos para el diagnóstico y mejora continua de una empresa metalmecánica.**

La empresa a la cual denominaremos XYZ S.A.C. ha presentado una tendencia de crecimiento positivo, por ello tener un adecuado control de sus procesos productivos es fundamental. Sin embargo, no cuenta con un adecuado Modelo de Gestión que les permita orientar sus procesos a la mejora continua. Esta investigación busca proponer un modelo de gestión por procesos, es no experimental cuantitativa, las técnicas empleadas son la observación directa en planta, análisis de registros existentes, encuestas no estructuradas a operarios y encargado, búsqueda de información de fuentes secundarias; los instrumentos empleados son el registro de datos, información proporcionada por el personal y marco teórico, manuales de la empresa. Después del análisis se pudo observar que el indicador que presenta mayor problema es la entrega a destiempo de los trabajos, para poder eliminar los índices críticos de los indicadores existentes y los propuestos se realiza 28 formatos, con la finalidad de que se pueda tener un mejor control de los procesos y puedan ser orientados a un ciclo de mejora continua [18].

#### **b. Propuesta de implementación de un modelo de gestión por procesos y calidad en la empresa O&C METALS S.A.C.**

La PYME O&C METALS S.A.C. presenta problemas en la producción en cuanto al tiempo de entrega y productos defectuosos, lo que genera descontento y

reclamos, siendo esta menos competitiva en el sector. El propósito de esta investigación es mejorar la eficacia y eficiencia en cuanto al desarrollo de los proyectos de fabricación y montaje de estructuras metálicas, A través del desarrollo e implementación de una propuesta de gestión por procesos y calidad mediante la Norma ISO 9001:2015. De esta manera se puede lograr un diseño de mejora continua. Llegando a la conclusión que dicha propuesta implementada genera un VAN DE S/ 73, 477.99 [19].

**c. Planeamiento integral de la implementación de una empresa metalmeccánica en la ciudad de Arequipa aplicando los lineamientos del PMBOK.**

La presente investigación está orientada al análisis de la implementación de una empresa metalmeccánica en la ciudad de Arequipa, actualmente la industria metalmeccánica tiene una escala de crecimiento positiva, sin embargo, en la ciudad de Arequipa existe una demanda insatisfecha, para lograr el objetivo propuesto se realiza un análisis teórico práctico. Es una investigación aplicada-descriptiva con un diseño no experimental transversal. Para el análisis de datos, se ha utilizado técnicas e instrumentos como Flujogramas, el Diagrama de Pareto, Ishikawa y herramientas estadísticas como el Solver de Excel. El enfoque de la investigación se basa en los lineamientos del PMBOK (A Guide to the Project Management Body of Knowledge) del PMI. Después del análisis se obtiene como resultados que el mejor lugar para localizar la empresa es la ciudad de Arequipa, siendo una propuesta viable, además se demuestra que la demanda en la ciudad de Arequipa aumenta cada año debido a que diferentes proyectos mineros se inician y por último existe un mercado potencial en la ciudad de Arequipa [20].

## **CAPITULO 3**

### **MARCO TEORICO**

#### **3.1. Productividad:**

Es un indicador que mide el rendimiento de los talleres, maquinas, equipos de trabajo y empleados en la fabricación de un producto o servicios, derivados de la división de los recursos obtenidos (outputs) entre los recursos utilizados (inputs) [21].

$$\text{Indice de productividad} = \frac{\text{produccion obtenida}}{\text{recursos utilizados}}$$

**3.1.1. Nivel de Productividad:** Este indicador sirve para evaluar si la producción asciende a un mismo nivel del consumo, mientras mayor sea el índice, mayor será la productividad de una empresa.

#### **- Productividad parcial**

Es la relación entre la cantidad producida o salida y un solo tipo de insumo o entrada, el insumo puede ser: Mano de obra, Capital, pagos, horas, etc. [22].

Indicador:

$$\text{Productividad laboral} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Horas laboradas}}$$

- **Productividad Observada:** Es medida a través de la observación durante un periodo determinado en un sistema [24].

**3.1.2. Indicadores de Productividad:** Existen muchos indicadores pero los más relevantes son la eficiencia, eficacia y efectividad

**a) Eficiencia:** Tiene como finalidad utilizar los recursos disponibles de la mejor manera, del modo más racional posible, enfocándose mayormente en las operaciones o medios para cumplir con los objetivos [25].

**b) Eficacia:** Según el Autor Simón Andrade la eficacia son las acciones realizadas con la finalidad de cumplir con los objetivos trazados [26].

**c) Efectividad:** El término de efectividad está relacionado con la sinergia de la eficiencia y eficacia, se define como el cumplimiento de los objetivos de manera exitosa más el grado de satisfacción de las necesidades [27].

### 3.2. Proceso

Se define como un conjunto de actividades estructuradas realizadas de manera secuencial, donde intervienen personas y diferentes recursos como: materiales, energía, tiempo, herramienta y maquinaria (input). Con la finalidad de obtener un objeto o servicio (output) [28].

A continuación, se muestra en el Gráfico 1 el esquema del proceso:

Gráfico 1 Esquema de proceso



*Fuente: elaboración propia*

### 3.2.1. Categorías de Procesos:

- **Proyecto:** la generación de un producto único, con recursos exclusivamente para esa actividad.
- **Proceso de trabajo:** proceso discontinuo donde existe flexibilidad en los procesos de producción, ya que se pueden desarrollar diversos productos o servicios del mismo rubro.
- **Por lotes o partida:** El equipo empleado en este proceso suele ser más especializado que el de un proceso de trabajo, ya que existe la flexibilidad para fabricar una variedad de diseños en volúmenes mayores
- **Procesos repetitivos o de flujo:** usada generalmente para la producción de volúmenes mayores, pero con poca variedad de diseño.
- **Proceso continuo:** los procesos y equipos son automatizadas y altamente especializados, para la fabricación de productos, se requiere la mínima presencia de mano de obra [29].

### 3.2.2. Gestión por Proceso

Es un conjunto de herramientas específicas que permiten gestionar la calidad, enfocándose en tener el control de los procesos para alcanzar resultados planteados. Por lo general se basa en el Círculo de Deming o denominado ciclo PHVA (planificar, hacer, verificar y actuar), permitiendo interactuar entre las personas y los procesos [30].

### 3.3. Calidad

Fabricar bienes y/o realizar servicios, que tienen como finalidad satisfacer las necesidades y expectativas que requiere el cliente a través de las características y/o especificaciones del producto o servicio [31].

### **3.3.1. Objetivos de un Sistema de Calidad**

- ❖ Buscar la satisfacción completa de todos los clientes en cuanto a los productos requeridos.
- ❖ Productos superiores, con diseños y características requeridas por el cliente.
- ❖ Procesos estandarizados, controlados y entendibles, que sean capaces de producir y altos índices de eficiencia reduciendo la variabilidad.
- ❖ mejorar los ingresos económicos mediante la reducción del tiempo de fabricación y la mejora en cuanto a costos de calidad [32].

### **3.3.2. Elementos del Sistema de Calidad**

Este sistema se enfoca en todas las funciones de la empresa, siendo principalmente la de reducir o mitigar cualquier variabilidad que pudiera afectar en cuanto a la calidad del producto.

Existen 5 elementos a considerar en el sistema de calidad:

- ❖ La calidad de la materia prima (entrada).
- ❖ El proceso de fabricación.
- ❖ El recurso humano.
- ❖ La confiabilidad en cuanto a mediciones y evaluaciones al producto.
- ❖ La documentación del sistema [33].

## **3.4. Lean Manufacturing**

Es un sistema integrador agrupa lo mejor de todos los sistemas de producción, busca ofrecer productos y servicios con mejor en calidad, coste, plazo de entrega, y lanzamiento, basándose sobre todo en la eliminación de los despilfarros [36].

### **3.4.1. Orígenes de Lean Manufacturing**

Es una filosofía que adoptaron empresas japonesas, empresas que buscaban la mejora continua, gracias a la implementación de esta filosofía obtuvieron como resultado mejorar sus procesos productivos, los primeros intentos en



optimización de procesos productivos se remonta al siglo XX gracias a F.W. Taylor quien implemento las bases de una organización científica del trabajo y Henry Ford quien implanto las primeras cadenas productivas de la fabricación de automóviles, gracias a ello se creó una nueva técnica que tenían como finalidad ofrecer una nueva forma de organización .

Sakichi Toyoda , fundador de grupo Toyota fue la primera persona en mejorar sus procesos productivos de la mano de LEAN MANUFACTURING, ya que creo un dispositivo que tenía la función de detectar problemas en los telares, no solo automatizando un procesos sino que también añadió un elemento que tenía la capacidad de detectar error en el proceso productivo, maquina denominada “Jidoka”, esta máquina paraba cuando un elemento era defectuoso de esta manera se evita una producción con errores, a partir de ello se empezó a crear metodologías y técnicas con la finalidad de eliminar desperdicios entre operación, líneas y procesos [37].

### **3.4.2.Herramientas del Lean Manufacturing**

#### **A. 5's**

- **Seire – Clasificar:** La primera S se refiere a la clasificación, es decir que en todas las etapas del proceso de producción se debe tener los elementos adecuados y necesarios para realizar la actividad encomendada es decir “apartar lo necesario de lo no necesario”. Para la implementación de la primera S, primero se debe identificar todos los elementos, segundo enlistarlos y tercero ubicarlos en el lugar adecuado [38].

Ventajas:

- Incremento de la seguridad.
- El flujo de producción es mejor.
- Facilidad de detección de errores [39].

- **Seiton - Ordenar:** La segunda S es aplicado después de haber clasificado adecuadamente todos los elementos necesarios en un proceso, luego de ello deben ser localizados con la finalidad facilitar su uso.

Para la implementación de la segunda S se debe ubicar y/u ordenar las herramientas, artículos, elementos, etc., para identificar la ubicación es recomendable usar rótulos, siluetas o cintas que permitan reducir el tiempo de búsqueda y por ultimo estandarizar la ubicación de cada elemento [38].

Ventajas:

- Acceso a los elementos de manera más rápida y fácil.
- Disminución del grado de incidencias de errores [39].

- **Seiso - Limpiar:** La tercera S tiene como finalidad implementar un entorno de trabajo limpio, creando una cultura en la que todos contribuyan con un ambiente de trabajo de calidad.

Para poder implementar la tercera S se debe crear estándares y políticas de limpieza, inspeccionar el cumplimiento de ellas [40].

Ventajas:

- Al crear un ambiente laboral adecuado se genera en el trabajador un sentimiento de satisfacción y comodidad.
- Prevención de incidentes.
- Reducción de desperdicios [39].

- **Seikutzu - Estandarizar:** La cuarta S busca la estandarización de los procesos para conservar un entorno de trabajo en perfectas condiciones.

Para poder implementarlo se debe mantener las 3'S anteriores en constante práctica, evaluar el nivel de cumplimiento para poder llegar a implementar la cuarta S [40].

Ventajas:

- Genera un equilibrio físico y emocional en los trabajadores.
- Mejora la productividad [39].
- **Shitsuke –Autodisciplina:** Se trata de generar estrategias que enfoquen la aplicación de los procedimientos de las 5'S como un hábito, además de ello se debe crear programas motivacionales que promuevan la participación de los empleados en este proceso [40].

Ventajas:

- Mejora continua a nivel organizacional y personal.
- Mejora la comunicación interna [39].

## **B. SMED (Single Minute Exchange Of Die)**

Es una herramienta que fue creado por Shingeo Shingo, se usa para eliminar los contratiempos que se presenta en las distintas etapas de un proceso productivo en la que se realiza cambios de moldes o partes; para poder aplicar esta herramienta se debe tener un registro del tiempo requerido en el cambio de partes entra la primera y última pieza de producción, es recomendable seguir los siguientes paso [41] :

- Medir el tiempo total del set-up actual.
- Identificar los elementos externos e internos.

Elemento interno: Actividad que puede ser realizada únicamente cuando la máquina está parada.

Elemento externo: Actividad que puede ser realizada cuando la máquina está funcionando.

Conocer los tiempos individuales de cada uno de los elementos.  
Convertir la mayor cantidad de elementos internos en externos.  
Reducir el tiempo de los elementos internos.  
Reducir el tiempo de los elementos externos.  
Estandarizar el nuevo procedimiento.

Si se desea diferenciar entre las operaciones externas e internas y a la vez tomar el tiempo total del SEP UP, es relevante realizar un análisis de producción continua siempre y cuando se tenga el tiempo y la habilidad necesaria para llevarlo a cabo, si no se cuenta con esos dos requisitos se puede realizar un estudio del trabajo por muestras, sin embargo este método presenta un defecto, solo se aplica en caso de que los procesos sean muy repetitivos, lo más recomendable es la grabación de un video del proceso productivo completo [42].

### **C. Poka Yoke**

El pensamiento tradicional de la industria era que los errores eran inevitables y que la inspección mejoraría la calidad, pero cuando se desarrolló el POKA YOKE creada por SHINGEO SHINGO alrededor del año 1960, se demostró lo contrario, el POKA YOKE es un método basado en la prueba de errores, su finalidad es eliminar y/o reducir los defectos en los procesos productivos [43].

#### **▪ Diseño de POKA YOKE**

Se puede utilizar esta herramienta como:

**Función de control:** Se enfoca en evitar que el error de lugar, realizando una intervención inmediata, es decir funcionara como una herramienta preventiva.

**Función de Aviso:** Cuando existe un error en el proceso, el dispositivo en el cual se está trabajando advierte al operario para informarle del riesgo [44].

- **Beneficio de POKA-YOKE**

- Alta calidad.
- Reducción de reproceso.
- Reducción del porcentaje de clientes insatisfechos.

- **Objetivo de POKA YOKE**

Es eliminar los defectos de un producto previniendo o corrigiendo los problemas que se presentan de manera inmediata. Los sistemas Poka Yoke poseen dos funciones:

- Inspección al 100 % del producto.
- Retroalimentación en la ocurrencia defectos y generar acciones correctivas.

#### **D. Justo a Tiempo (JIT)**

Es una metodología que reduce y/o elimina los desperdicios en los distintos procesos como en las compras, distribución, etc., esto se logra gracias a los tres componentes básicos del JIT: intervención de los empleados, calidad y equilibrio del proceso [45].

##### **¿Qué es un Desperdicio?**

Se le denomina desperdicio a todo aquello que sea diferente de la cantidad mínima de materiales, piezas, equipo y tiempo laboral del que se requiera, esencialmente en los procesos productivos [45].

##### **Objetivos del JIT**

- Eliminar desperdicios.
- Busca simplicidad.
- Identificación de los problemas.

- Atacar los problemas fundamentales [45].

### **Elementos de la Filosofía Justo a Tiempo**

Esta filosofía cuenta con tres elementos básicos:

- a) Calidad en la fuente: Trata de hacer las cosas bien desde el inicio en todas las áreas del proceso.
- b) Flujo: Es la rapidez con lo que el proceso fluye de una operación a otro, está compuesto por: Carga fabril uniforme que es el equilibrio necesario para que haya flujo y rapidez en las operaciones, esto implica usar dos conceptos; Tiempo de ciclo ritmo de producción acorde a la demanda generada por el cliente; Carga nivelada los productos se deben producir a la frecuencia que el cliente lo requiera.
- c) Intervención de empleados: Consiste en crear un ambiente basado en la cultura de participación de los empleados partiendo del trabajo en equipo.

### **Fases de la Implementación**

#### **a) Primera Fase: Definir el Por Qué**

En la primera fase se debe definir la razón específica por la que la empresa se embarca en este proceso de implementación, para así definir su estrategia empresarial; en esta primera etapa hay dos pasos fundamentales [46] :

- Concientización.
- Definición de la estrategia.

## **b) Segunda Fase: Estructura**

Una vez formulada su estrategia, esta será una fase organizacional es decir se asignara a los responsables de llevar a cabo este proceso, son 3 los pilares claves en este proceso [46] :

- Comité directivo.
- Encargados de proyectos.
- Un facilitador.

Es fundamental tener claro que las dos primeras fases deben ser impulsadas por el más alto de los funcionarios ejecutivos.

## **c) Tercera Fase: Puesta En Marcha Del Plan**

En esta fase se debe guiar y facilitar a todo el personal involucrado en este proceso [46].

Comprende de 3 pasos:

- Educación: capacitaciones acerca del JIT y aprovechamiento de los resultados obtenido mediante el proceso de prueba (proyectos pilotos).
- Realizar proyectos pilotos o implantación proyecto por proyecto
- Institucionalización.

## **Beneficiosos Generales del Jit**

- Aumentos del 20%-50% en la productividad.
- Reducciones del 80 al 90% en el tiempo de producción.
- Aumentos del 30 al 40% en la capacidad de las maquinarias.
- Reducciones del 40 al 50% en los costos por concepto de errores.
- Reducciones del 50 al 90% de inventarios.
- Reducciones del 8 al 15% en el costo de materia prima [47].

## **E. Control Visual – ANDON**

Es una palabra japonesa que tiene como significado “LAMPARA”, es un elemento que se complementa con las 5’S, SMED y JIT para llevar a cabo su implementación, es un elemento que agrupa medidas prácticas con la finalidad de comunicar de forma sencilla y evidente las anomalías y despilfarros de alguna sistema del proceso productivo, su principal propósito es el facilitar la toma de decisiones y generar mayor participación del personal de la empresa [48].

En las áreas en las que se pueden implementar son:

- Almacenamiento.
- Equipos.
- Proceso o manufactura.
- Seguridad.
- Mantenimiento.
- Oficinas.
- Aseguramiento de la calidad.
- Gestión organizacional.



- **Beneficios**

Su beneficio más importante es el mejoramiento de flujo de la información y la comunicación estandarizada, además contribuye a:

- Eliminar y/o reducir desperdicios.
- Mejorar la calidad del producto.
- Mejorar el tiempo de acción.
- Mejorar la seguridad en el entorno.
- Mejorar la planificación del trabajo.
- Estandarizar procedimientos.
- Estimular la participación.
- Contribuir al orden y a la organización.
- Motivar al personal.
- Reducir costos [49].

## **F. Jidoka**

Esta metodología permite corregir y detectar los defectos en el proceso productivo, así evitar altos índices de productos defectuosos; esta metodología establece los parámetros de calidad que debe tener un proceso productivo, realizando un comparativo entre los estándares establecidos y los estándares actuales del proceso productivo, su objetivo principal poder controlar la calidad de los productos [50].

### **Sistemas de Detección:**

- **Automatización:** Se debe contar con máquinas que realicen la detección de errores de manera automática, para prevenir la producción de unidades defectuosas.

- **Capacidad del operador:** Cuando se genere un error en el proceso, es fundamental la capacidad del operador para detener el proceso productivo [51].

### **G. Mantenimiento Productivo Total (TPM)**

El TPM es una técnica que se originó en Japón en los años 60, creada por Seiichi Makajima, sirve fundamentalmente para la reducción de costos, incrementar la calidad de los productos y orientar a la empresa a ser eficientes a todo nivel, es una herramienta enfocada a eliminar los 7 desperdicios que se encuentran comúnmente en una empresa, estas son: tiempo de espera, transporte, sobre producción, sobre procesamiento o procesos inapropiados, inventarios innecesarios, defectos y movimientos innecesarios. En resumen busca maximizar la efectividad total por medio de la eliminación y/o reducción de los desperdicios [52].

#### **▪ Pilares del TPM**

- Mejoras enfocadas.
- Mantenimiento autónomo.
- Mantenimiento planificado.
- Mantenimiento de calidad.
- Prevención de mantenimiento.
- TPM administrativo.
- Formación y adiestramiento.
- Gestión de seguridad y entorno.

## ▪ **Pasos para la Implementación del TPM**

### **Etapas de Preparación**

- Anuncio de la alta dirección sobre la decisión de introducir el TPM.
- Lanzamiento de campaña educacional.
- Crear organizaciones para promover el TPM.
- Establecer políticas y metas para el TPM.
- Formular un plan maestro para el desarrollo del TPM.

### **Etapa de Implementación**

- El disparo de salida del TPM.
- Mejorar la efectividad del equipo.
- Establecer un programa de mantenimiento autónomo para los operarios.
- Establecer un programa de mantenimiento para el departamento de mantenimiento.
- Conducir entrenamiento para mejorar capacidades de operación y mantenimiento.
- Desarrollo temprano de un programa de gestión de equipo.
- Implantación plena del TPM y contemplar metas elevadas.

El TPM logro identificar seis fuentes de pérdidas denominadas como las 6 grandes pérdidas que son causantes del bajo nivel de efectividad en un sistema productividad, se detalla a continuación [53].

- a) Reproceso
- b) Fallos del equipo
- c) Marchas en vacío, esperas y detenciones menores
- d) Tiempos muertos
- e) Pérdidas de tiempo propias de la puesta en marcha de un proceso nuevo, marcha en vacío, periodo de prueba, etc.
- f) Equipos no son utilizados en su máxima capacidad

#### **H. Kanban**

KANBAN es una herramienta de lean manufacturing que va de la mano con JIT, consiste en el uso de tarjetas que contengan imágenes llamativas con la finalidad de crear un flujo visual de las tareas que se encuentran pendientes, en proceso o evaluación, así evitar los cuellos de botella que pueden afectar seriamente el tiempo de entrega del producto y la calidad.

##### **Pasos para la Implementación**

- a) Definir el proceso: La empresa debe encargarse de definir qué línea productiva será implementada con esta herramienta.
- b) Definir la etapa: Ya después de definir el proceso de debe tener claro el inicio y fin del proceso de la implementación de KANBAN.
- c) Definir límites y políticas para las tarjetas KANBAN.
- d) Clasificar los productos como prioritario, estándar o muy urgente.
- e) Discutir y definir la frecuencia con la que se realizara las inspecciones [54].

### **Reglas KANBAN**

- a) Evitar el envío de productos defectuosos a los procesos subsiguientes ya que genera costos innecesarios.
- b) Tener la materia prima necesaria en cada proceso.
- c) Producir solo lo necesario en cada proceso.
- d) Crear un ambiente de respeto para evitar la especulación y uso de la tarjeta KANBAN.
- e) Estandarizar y racionalizar el proceso.

### **3.5. Mejora Continua de Procesos**

Filosofía que no logra la perfección, pero si la busca a través del mejoramiento de los productos y procesos; mediante la aplicación de métodos, ideas y sugerencias por parte de los miembros que participan en la cadena productiva. De esta manera se busca ser más eficientes, efectivos y adaptables a los cambios exigidos [34].

#### **3.5.1. Importancia de Aplicar la Mejora Continua**

La aplicación de la mejora continua tiene como finalidad el aumento de los niveles de calidad y productividad; reduciendo los costos y tiempos de repuestas. Logrando una mayor satisfacción en los clientes y participación de la empresa en el mercado [35].

#### **3.5.2. Herramientas de Mejora Continua**

- A. Distribución de planta:** Se refiere al orden físico de los factores de producción, está ubicado de tal modo que las operaciones sean seguras, satisfactorias y económicas para el logro de los objetivos de la empresa.
- B. Método SLP:** Es una forma organizada para realizar la planeación de una distribución, cuenta con una serie de procedimientos y símbolos para identificar y evaluar los elementos y áreas involucradas en la distribución de planta.

**C. Método distribución por productos:** Busca repartir las tareas a realizar en una estación de serie de trabajo, cada estación de trabajo dispondrá de un tiempo para realizar todas sus tareas llamado tiempo de ciclo, de esta forma se logrará imponer un ritmo de trabajo uniforme y se conocerá el número de unidades que puede producir al día [14].

**Tasa de producción (r)**

$$r = \frac{UNIDADES\ POR\ DIA}{TIEMPO\ DE\ TRABAJO}$$

**Tiempo de ciclo**

$$C = \frac{TIEMPO\ DE\ PRODUCCION\ DIARIA}{PRODUCCION\ DIARIA}$$

**Número mínimo de estaciones (Ne)**

$$Ne = \frac{takt\ time\ actual}{tiempo\ de\ ciclo}$$

**D. Diagramas de Proceso**

Es una herramienta de representación gráfica de los procesos, que tiene como finalidad describir todas las secuencias o ciclos de las operaciones.

Buscan ofrecer propuestas en cuanto a mejoras de disposición de planta, manejo de materiales, comparar métodos y analizar operaciones con el objetivo de mitigar tiempos improductivos [55].

## **Tipos de Diagramas de Proceso**

### **❖ Diagrama de operaciones de proceso**

Representación gráfica del proceso, donde se señalan las entradas de todas las materiales que se integran al proceso, en este diagrama solo se visualizan las operaciones e inspecciones [56].

### **❖ Diagrama de flujo del proceso**

Representación gráfica que ofrece mayor información del proceso, otorga un análisis completo de la fabricación de una pieza. Se incluyen símbolos de transporte, almacenajes del proceso y demoras [57].

### **❖ Diagrama de recorrido**

Representación gráfica que muestra la ubicación de todas las actividades del diagrama de flujo del proceso, indica el recorrido del operador o del material, otorga un gráfico de la distribución del equipo de planta [58].

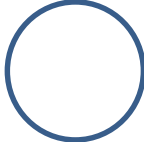


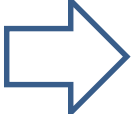


### **❖ Diagrama Hombre – Máquina**

Representación gráfica de los elementos que componen las operaciones en que intervienen hombres y maquinas. Con el fin de poder determinar la eficiencia de los hombres y maquinas, conociendo el tiempo invertido por el operario y la máquina y de esta manera poder utilizarlos al máximo [56].

## Simbología De Diagramas

Es la representación de manera gráfica de todos los tipos de actividades que forman una operación, tal como se aprecia en la tabla 3 [59].

Tabla 3 Simbología de diagrama de operaciones

<b>OPERACIÓN</b>		Es un símbolo principal para el diagrama de procesos que indica las fases importantes del proceso, indica que un elemento está siendo modificado para la siguiente operación.
<b>INSPECCIÓN</b>		Utilizado para verificar la calidad, cantidad y/o características de un objeto, o para comprobar si una operación se realizó de manera correcta referente a calidad y cantidad.
<b>ACTIVIDADES COMBINADAS</b>		Operación e inspección, se utiliza para actividades que se realizan al mismo tiempo por el operador.
<b>TRANSPORTE</b>		Indica el movimiento o traslado de un operador y/o material de un lugar a otro.
<b>DEMORA</b>		Indica que un flujo del proceso ha sido interferido, ocasionado que la operación se retrase hacia el paso siguiente.
<b>ALMACENAJE</b>		Se utiliza cuando un material es retenido contra usos o movimiento no autorizados, este símbolo indica que se necesita de autorización de los objetos que se han colocado en almacenamiento temporal.

*Fuente: Elaboración propia*



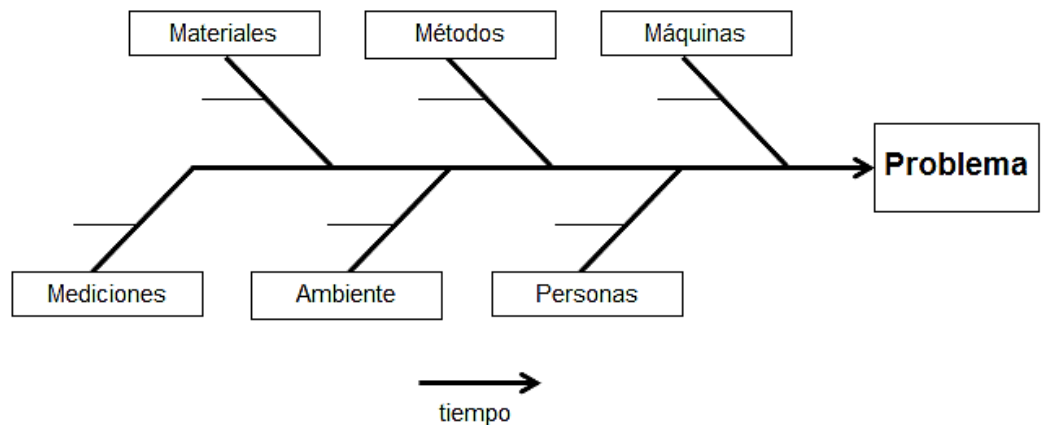
### E. Análisis de Pareto

Es una herramienta de control de procesos, compuesto por un gráfico de barras que clasifica los elementos de izquierda a derecha en orden descendente con el fin de identificar los factores que más contribuyen a un problema\_[60].

### F. Diagrama Ishikawa

El diagrama de Ishikawa es una técnica gráfica que tiene la capacidad de combinarse con la técnica brainstorming y los 5 porqués de Toyota, con la finalidad de tener un mejor control de gestión y calidad de todos procesos productivos, permiten visualizar los problemas y sus causas de manera sencilla [61] , como se muestra en el Gráfico 2.

Gráfico 2 Diagrama de Ishikawa



*Fuente: Revista gestión de calidad*

## **G. Hojas de Verificación – Check List**

Una hoja de verificación es una herramienta impresa. Los datos se recopilan de forma estructurada, datos asociados a un proceso o situación particular definida es usada para el uso de otras herramientas de control de calidad, como el diagrama de Pareto o la dispersión. En este sentido, la hoja de verificación es una herramienta genérica [62].

### **3.6. Tecnología del Producto**

#### **3.6.1. Definición del Producto**

##### **a) Cocina a Gas**

Es un electrodoméstico de línea blanca utilizado para preparar alimentos, considerada como cocina moderna ya que utiliza como fuente de energía gas propano [63].

##### **b) Funcionamiento de Cocina a Gas**

La cocina está compuesta por un sistema o cañerías de distribución de gas, donde unos inyectores (paso de gas) que permiten salir el gas por unos orificios donde se mezcla con el aire para la combustión. Esta mezcla al ser encendida por una llama de fuego, produce una combustión que calentará los depósitos según sea la potencia de salida de gas (caudal de gas) que se da a través de las llaves o perillas [64].

#### **3.6.2. Proceso de Fabricación de Cocinas**

En el proceso de fabricación se utilizan métodos y técnicas empleando herramientas manuales, maquinas hidráulicas y eléctricas. Permitiéndoles ser más eficientes en cuanto al tiempo de trabajo, menor variabilidad en los productos (medidas y cortes más exactas) y mejor calidad [65], como se puede observar en el Gráfico 3.

**a) Recepción de Materias Primas:**

Se inicia el proceso de fabricación, recibiendo las materias primas otorgadas por el proveedor. Siendo estas almacenadas o destinándolas directamente al proceso.

**b) Diseño del Modelo:**

En esta parte del proceso se cuenta con el diseño propio del producto, mediante planos que contengan las medidas, características y accesorios. El diseño de la cocina puede ser específico, diseñado por el personal de la micro-empresa, tomando en cuenta los requerimientos del cliente.

**c) Trazado:**

Se realiza el trazado de medidas requeridas sobre las láminas ángulos, tubos metálicos con la finalidad de prepararlas para el corte y/o moldeo.

**d) Corte:**

Se realiza el corte de las partes metálicas de la cocina, realizadas con tijeras especiales de corte de metal o bien con herramientas sencillas de corte.

**e) Doblado:**

Cuando las piezas se encuentren preparadas y cortadas, ciertas partes son dobladas (si es necesario) para darle la forma al producto que a continuación serán unidas a través de la soldadura.

**f) Primera Forma y Soldado:**

Una vez que las piezas estén cortadas y/o dobladas se procede a darle una primera forma (montaje) para luego soldar cada pieza de forma que se obtenga la figura esperada.

**g) Pulido y/o Pintado:**

Según las características principales de la cocina, esta puede ser pulida o simplemente pintada de manera que tenga la presentación requerida.

**h) Accesorios:**

En esta etapa se le añaden los accesorios necesarios como pueden ser reguladores, cámaras de gas, etc.

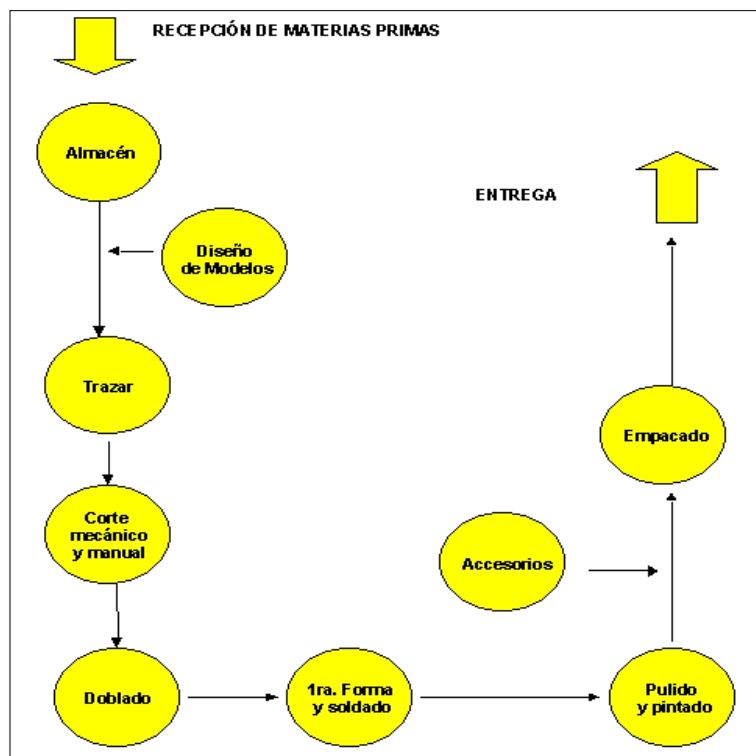
**i) Empacado:**

La cocina terminada es cubierta con cartón y/o plástico para protegerlo durante el transporte.

**j) Entrega:**

La cocina se entrega al cliente.

Gráfico 3 Diagrama de proceso general de la fabricación de cocina



*Fuente: Elaboración propia*

## **CAPITULO 4**

### **ANÁLISIS ACTUAL DE LA FABRICACION DE COCINAS A GAS DE DOS**

#### **HORNILLAS**

#### **4.1. Descripción de la Empresa**

##### **4.1.1. La Empresa:**

La presente investigación se desarrolla gracias a la información obtenida de la empresa industrial denominada VDC S.A.C. (nombre asignado para salvaguardar la información de la empresa), produce cocinas a gas a través de procesos convencionales, el sector al cual pertenece la organización es el sector metalmecánico; cuenta con tres operadores y dos líneas productivas, una para cocinas familiares y la segunda para cocinas industriales. Para el presente estudio, sólo se analizará la línea de cocinas familiares (cocina de dos hornillas), la cual cuenta con ocho secciones.

#### 4.1.2. Instalaciones:

La planta tiene una dimensión de 16 metros de largo, 14 de ancho y 3 metros de alto. La línea de producción cuenta con 6 máquinas principales:

- ✓ **Maquina 1: Cortadora** de Planchas
- ✓ **Maquina 2:** Dobladora de planchas
- ✓ **Maquina 3: Maquina** de Soldar
- ✓ **Maquina 4:** Horno de Secado
- ✓ **Maquina 5: Comprensora**
- ✓ **Maquina 6: Taladro** de banco

Así mismo, la planta cuenta con herramientas principales de soporte o apoyo, los cuales son:

- ✓ **Herramienta 1:** Cizalla de ángulo
- ✓ **Herramienta 2: Cizalla** para barras cuadradas
- ✓ **Herramienta 3: Cizalla** para platina
- ✓ **Herramienta 4:** Dobladura de tubos entre otros

#### 4.2. Análisis del Tiempo de Producción:

##### 4.2.1. Proceso Productivo de la Empresa

La empresa cuenta con un área productiva de 16 x 14 m<sup>2</sup> y está ubicado en el departamento de Arequipa, en el distrito de Alto Selva Alegre. La distribución de la planta de producción es de manera experimental y consta de 15 procesos, almacén y transporte, los cuales se detallan a continuación:

- a) **Almacén de materia prima:** Se almacena la materia prima que posteriormente será transformada al producto final.
- b) **Transporte de materiales:** El proceso inicia en la sección de almacén, donde el operador se dirige a esta para tomar la materia prima necesaria a utilizar para que estas luego sean llevadas a ser habilitadas según sus dimensiones y fines.

- c) Habilitado de soportes:** En este segundo paso se realizan las operaciones de metrado, cortado en cuanto al perfil (varilla) ángulo de 3/4" que son las piezas de soportes que conforman una cocina de mesa (2 hornillas). Se emplean herramientas convencionales de fuerza mecánica manual para el corte de ángulos como la cizalla cortadora de ángulos.
- d) Habilitado de varillas de fierro:** En este tercer paso de igual manera se realizan las operaciones de metrado y cortado, adicionando el paso de doblado del fierro de 3/8" que conforman la parrilla de la cocina de dos hornillas; para que luego las superficies punzo – cortantes sean desbastadas, con el fin de que no generen algún daño físico. De igual manera se emplean herramientas convencionales de fuerza mecánica manual para el corte de ángulos como la cizalla para ángulos y la amoladora de 7".
- e) Habilitado de uniones:** En este cuarto paso se realizan las operaciones de metrado, cortado en cuanto al perfil (varilla) ángulo de 3/4" que conforman las piezas de unión de la cocina de mesa (2 hornillas). Así mismo se emplean herramientas convencionales de fuerza mecánica manual para el corte de ángulos que en este caso es también la cizalla cortadora de ángulos.
- f) Habilitado de platina:** Para este quinto paso también se realizan las operaciones de metrado, trazado, cortado en cuanto a platina a utilizar de 3/8 " x 1/8 mm. Piezas que permiten sostener el acceso (codo) por donde fluye el gas. Así mismo se emplean herramientas convencionales de fuerza mecánica manual para el corte de platinas que en este caso es la cizalla cortadora de platinas.

- g) Habilitado de ángulos de soportes:** Para este paso se realizan las operaciones de metrado, trazado, destaje y doblado en cuanto al perfil (varilla) ángulo de 3/4" ya habilitado en segundo paso. Para luego unir estas con regatones metálicos o volandas a través de un punto de soldadura. Se emplean herramientas convencionales de fuerza mecánica manual para el destaje de ángulos como la Troqueladora – destajadora.
- h) Habilitado de codos:** Para este paso se realizan las operaciones de metrado, trazado, metrado, destaje, doblado y prensando en cuanto al codo 1" x 1.2 mm. Se emplean herramientas convencionales de fuerza mecánica manual para el destaje de codos como la dobladora de tubos manual, arco y sierra y una prensa mecánica.
- i) Habilitado de cámara de gas:** En este paso se realiza el metrado, trazado y destaje del tubo cuadrado 1/2 " x 0.9 mm. Para luego ser unidos (soldadura) con la porta válvulas (acoples) y acople para manguera.
- j) Habilitado de planchas laterales:** En este paso se realiza el metrado y destaje de las planchas de acero (espesor 1mm.) según las dimensiones que conforman una cocina de mesa (2 hornillas). Para luego ser dobladas. Así mismo se emplean maquinas manuales de fuerza mecánica manual para el corte y doblado de planchas que en este caso son la cortadora y dobladora de plancha.
- k) Primer ensamble:** En esta sección se realiza la operación de unir las piezas ya habilitadas a través del proceso SMAW las cuales son: las uniones y soporte (ángulos), para luego unir las barras cuadradas en la parte superior que darán como fin la parrilla de la cocina. Y finalmente el soldado de las piezas laterales (planchas) a través del proceso de soldadura ya mencionado.

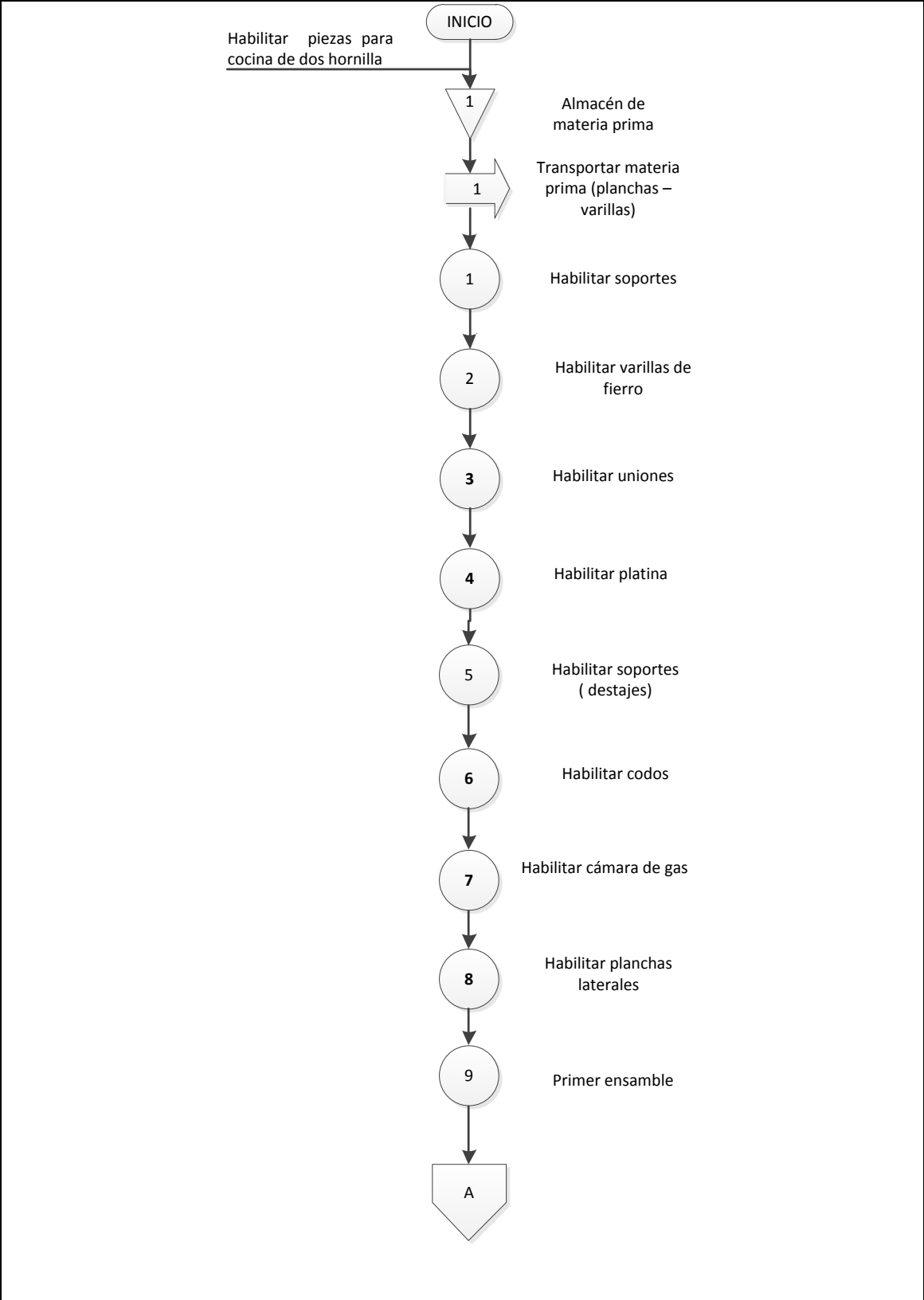


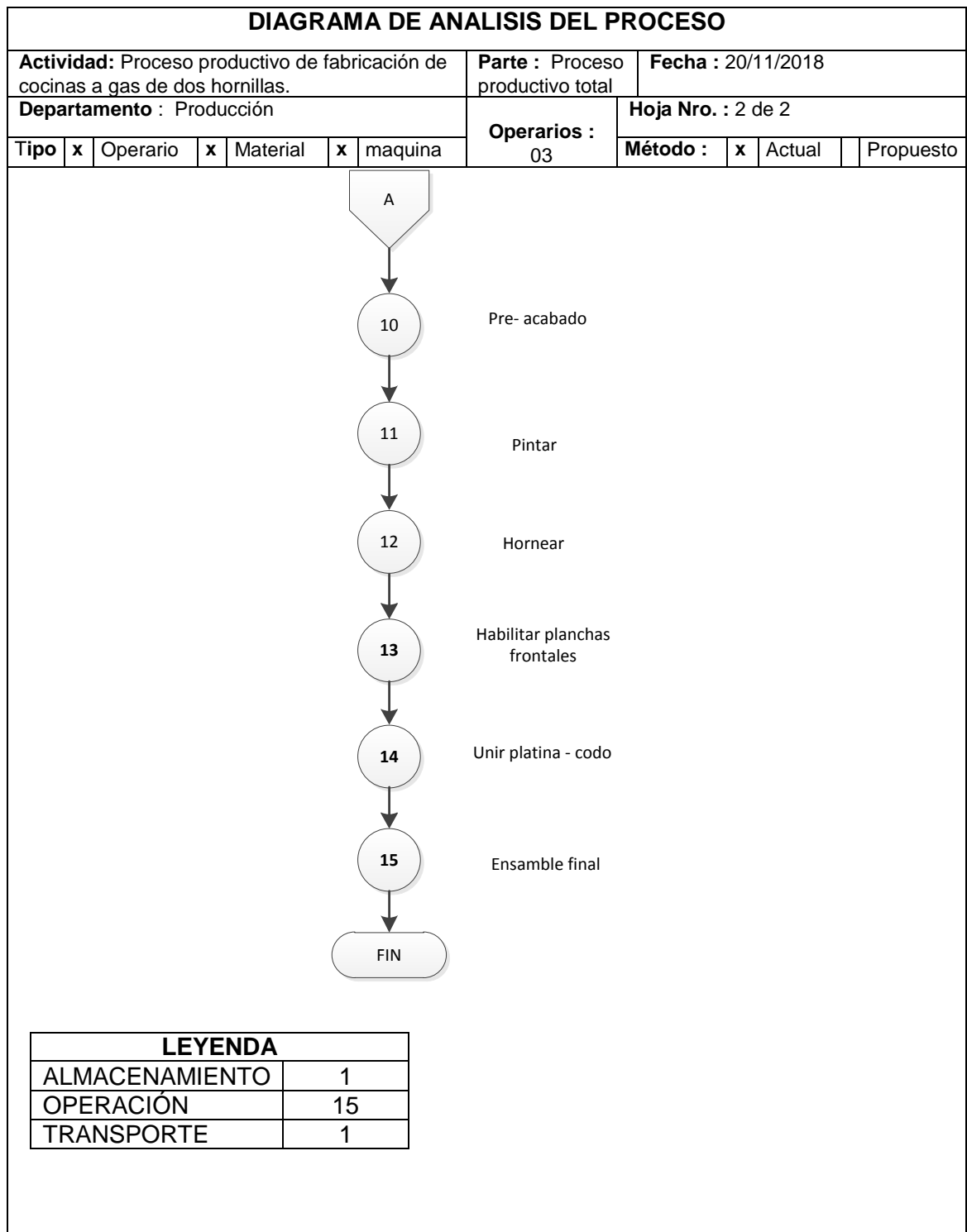
- l) Pre – acabado:** En esta sección se realiza la limpieza del armazón o estructura metálica con el fin de corregir algún desperfecto ocasionado por el proceso de soldadura o durante el habilitado de las piezas. Para luego ser limpiada con detergente industrial y agua que permita retirar la grasa con la que el producto viene desde el punto de origen.
- m) Pintado:** En esta sección se realiza el proceso de pintado con el fin de obtener un producto con mejor acabado y llamativo para ello se aplica aditivos como thinner, pintura en polvo para estructuras metálicas (electroestática).
- n) Horneado:** En esta sección las cocinas y las cámaras de gas son colocadas en el horno para que la pintura pueda adherirse al metal, mediante un secado lento a una temperatura de 55° C. para un uniforme y mejor acabado.
- o) Habilitado de planchas frontales:** En este paso se realiza el metrado y destaje de las planchas de acero inoxidable (espesor 1mm.) según las dimensiones que conforman una cocina de mesa (2 hornillas). Para luego ser dobladas, roladas y finalmente troqueladas. Así mismo se emplean maquinas manuales de fuerza mecánica manual para el corte y doblado de planchas que en este caso son la cortadora, dobladora de plancha y Troqueladora.
- p) Unión de platina y codo:** En este paso se realiza la unión de platina y codo ya habilitados mediante el proceso de soldadura SMAW. Para luego aplicar pintura de secado rápido.
- q) Ensamble final:** Esta sección se realiza el ensamble final utilizando piezas como: cámara de gas, perillas, inyectores, hornillas y parte frontal (plancha de acero inoxidable) para formar un producto final.

A continuación, se muestra el diagrama de operaciones de proceso de fabricación de cocinas de dos hornillas.

### DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO

<b>Actividad:</b> Proceso productivo de fabricación de cocinas a gas de dos hornillas.				<b>Parte :</b> Proceso productivo total		<b>Fecha :</b> 20/11/2018	
<b>Departamento :</b> Producción				<b>Operarios:</b> 03		<b>Hoja Nro. :</b> 1 de 2	
<b>Tipo</b>	<b>x</b>	operario	<b>x</b>	Material	<b>x</b>	maquina	
						<b>Método :</b>	<b>x</b> Actual    Propuesto





*Fuente: Elaboración Propia*

#### 4.2.2. Tiempo de Ciclo:

Se realizó la toma de tiempos en 12 ocasiones para poder determinar el tiempo promedio por cada operación (Anexo N°1) realizado por el operario, con la finalidad de poder encontrar el tiempo de ciclo total promedio, a continuación, en la tabla 4 se detalla los tiempos de cada operación.

Tabla 4 Toma de tiempo del proceso de fabricación de cocinas

PROCESO	TIEMPO	
<b>TRANSPORTE DE MATERIAL</b>		
Transporte de varilla de fierro cuadrado y varilla de ángulo.	00 h 02 min 00 s	120 s
Transporte de tubo redondo, tubo cuadrado y platina.	00 h 03 min 00 s	180 s
<b>HABILITADO DE SOPORTES</b>		
Toma de medidas	00 h 02 min 00 s	120 s
Destajo de soportes	00 h 01 min 40 s	100 s
<b>HABILITADO DE VARILLAS DE FIERRO PARA PARRILLA</b>		
Toma de medida	00 h 02 min 20 s	140 s
Destajo de varillas de fierro	00 h 01 min 20 s	80 s
Doblado de varilla de fierro	00 h 01 min 00 s	60 s
<b>HABILITADO DE UNIONES</b>		
Toma de medidas	00 h 01 min 00 s	60 s
Cortar varilla de ángulo	00 h 01 min 10 s	70 s
Perforado de uniones	00 h 02 min 30 s	150 s
<b>HABILITADO DE PLATINA</b>		
Toma de medidas	00 h 01 min 00 s	60 s
Corte de planita	00 h 01 min 10 s	60 s
Perforado de planita	00 h 02 min 00 s	120 s
Doblado de platina	00 h 01 min 00 s	60 s
<b>HABILITADO – DOBLADO DE ANGULOS DE SOPORTES</b>		
Medida de ángulos	00 h 00 min 40 s	40 s
Destaje de ángulos	00 h 01 min 35 s	95 s
Doblado de soportes	00 h 00 min 45 s	45 s

<b>HABILITADO DE CODOS</b>		
Medida de codo(modelo)	00 h 00 min 50 s	50 s
Cortado de tubo	00 h 03 min 00s	180 s
Perforado de tubo	00 h 01 min 40s	100 s
Doblado de tubo	00 h 02 min 00s	120 s
<b>HABILITADO DE CAMARA DE GAS</b>		
Toma de medidas	00 h 00 min 40s	40 s
Corte de tubo cuadrado	00 h 01 min 30s.	90 s
Medida de acoples	00 h 00 min 30s	30 s
Comprensado de cámara de gas	00 h 01 min 20s	80 s
Soldado cámara de gas con acoples	00 h 03 min 20s	200 s
Perforado de cámara de gas	00 h 03 min 00s	180 s
<b>HABILITADO DE PLANCHAS LATERALES</b>		
Traslado de planchas	00 h 02 min 20s	120 s
Toma de medidas	00 h 00 min 30s	30 s
Corte de planchas	00 h 03 min 00s	180 s
Destajo de plancha	00 h 01 min 24s	84 s
Doblado de planchas	00 h 01 min 40s	100 s
<b>PRIMER ENSAMBLE</b>		
Armado de piezas	00 h 10 min 00s	600 s
Soldadura de piezas	00 h 08 min 00s	480 s
<b>PRE – ACABADO</b>		
Blanqueado de estructura inicial	00 h 01 min 30s	90 s
Lavado	00 h 03 min 35s	215 s
Pintado	00 h 04 min 00s	240 s
Transportar estructura al horno	00 h 01 min 03s	63 s
Colocar estructura al horno	00 h 03 min 00s	180 s
Cocina dentro del horno	00 h 40 min 00s	2400 s
<b>HABILITADO DE PLANCHA FRONTAL</b>		
Traslado de planchas	00 h 03 min 00s	180 s
Toma de medidas	00 h 01 min 07s	67 s
Corte de plancha frontal	00 h 01 min 20s	80 s
Destaje de plancha	00 h 00 min 40s	40 s
Doblado de plancha	00 h 02 min 06s	126 s

<b>ENSAMBLE Y ACABADO DE UNION DE PLATINA Y CODO</b>		
Soldar platina y codo	00 h 01 min 59s	119 s
Lavado	00 h 02 min 00s	120 s
Pintado	00 h 02 min 20s	140 s
Poner a secar pieza Secado	00 h 01 min 15s	75 s
Secado de pieza de codo y cámara de gas	00 h 12 min 00s	720 s
<b>ENSAMBLE FINAL</b>		
Retiro de la cocina del horno	00 h 03 min 00s	180 s
Enfriado de estructura al retirar del horno	00 h 15 min 00s	900 s
Armado Completo	00 h 10 min 00s	600 s

*Fuente: Elaboración propia*

Al realizar la toma de tiempos se pudo observar 03 operaciones que generan tiempo muerto, es el tiempo en el que no se está realizando un trabajo útil directamente en el proceso productivo es decir los recursos humanos o materiales están inactivos hasta que culminen las tareas precedentes. Esto supone un coste y una ineficacia del proceso productivo, a continuación, en la tabla 5 se detalla:

Tabla 5 Tiempo muerto

<b>PROCESO QUE GENERAN TIEMPO MUERTO</b>	<b>TIEMPO</b>	
Enfriado de estructura al retirar del horno	00 h 15 min 00 s	900 s
Cocina dentro del horno	00 h 40 min 00 s	2400 s
Secado de pieza de codo y cámara de gas	00 h 12 min 00 s	720 s

*Fuente: Elaboración propia*

Para obtener el tiempo de ciclo es fundamental conocer el tiempo de cada operación, esta información se refleja en las tablas 4 y 5, la finalidad de esta acción es poder ver la capacidad de producción de la PYME en comparación de la demanda y analizar si es necesaria incrementar la capacidad o reducirla.

Para poder hallar el tiempo de ciclo se desarrolló el diagrama hombre maquina como se muestra en la tabla 6.



Tabla 6 Diagrama Hombre-Máquina

DIAGRAMA HOMBRE – MAQUINA				
Hoja N°01 - De:01 Diagrama N°:01		Proceso: <b>Fabricación de cocina de dos hornillas a gas</b>		
Fecha: <b>12 de Noviembre del 2018</b>	Elaborado por:	Maquina 1: Cortadora de Planchas	Maquina 3: Maquina de Soldar	Maquina 5: Comprensora
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cursi Cahuachia Juan</li> <li>- Valdivia Castro Yesby</li> </ul>			
El estudio Inicia: Transporte de materia prima	N° Operarios: 03 operarios	Maquina 2: Dobladora de planchas	Maquina 4: Horno de Secado	Maquina 6: Taladro de banco

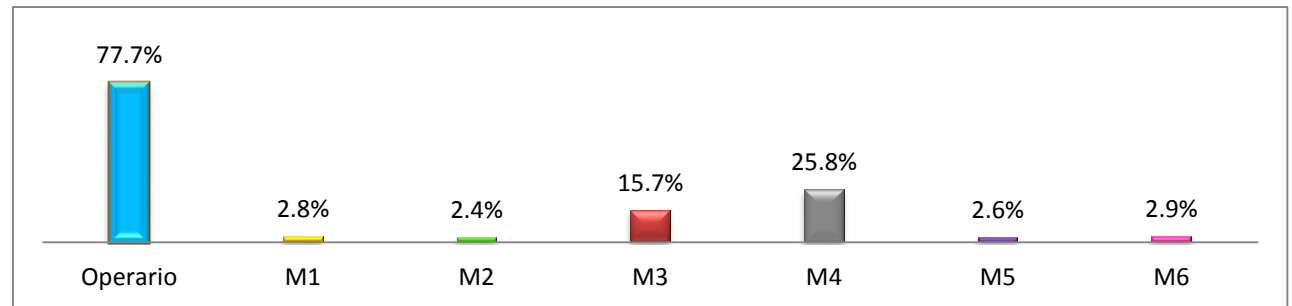
Operario (01 OP)			Maquina 1 (CP)		Maquina 2 (DP)		Maquina 3 (MS)		Maquina 4 (HS)		Maquina 5 (C)		Maquina 6 (TB)	
Ítem	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad
1	300 s	Transporte de materia prima al área de operaciones	300 s	Inactividad	300 s	Inactividad	300 s	Inactividad	300 s	Inactividad	300 s	Inactividad	300s	Inactividad
2	220 s	Habilitado de soportes	220s	Inactividad	220 s	Inactividad	220 s	Inactividad	220 s	Inactividad	220 s	Inactividad	220 s	Inactividad
3	290 s	Habilitado de varillas de fierro para parrilla	290 s	Inactividad	290 s	Inactividad	290 s	Inactividad	290 s	Inactividad	290 s	Inactividad	290 s	Inactividad
4	280 s	Habilitados de uniones	280 s	Inactividad	280 s	Inactividad	300 s	Inactividad	300 s	Inactividad	300 s	Inactividad	130 s	Inactividad
													150 s	Actividad
5	310 s	Habilitado de platina	310 s	Inactividad	310 s	Inactividad	310 s	Inactividad	310 s	Inactividad	310 s	Inactividad	190 s	Inactividad
													120 s	Actividad
6	180 s	Habilitado de ángulos de soporte	180 s	Inactividad	180 s	Inactividad	180 s	Inactividad	180 s	Inactividad	180 s	Inactividad	180 s	Inactividad

7	450 s	Habilitado de codos	450 s	Inactividad	450 s	Inactividad	450 s	Inactividad	450 s	Inactividad	450 s	Inactividad	450 s	Inactividad
8	620 s	Habilitado de cámara de gas	620 s	Inactividad	620 s	Inactividad	420 s	Inactividad	620 s	Inactividad	620 s	Inactividad	620 s	Actividad
							200 s	Actividad						
9	524 s	Habilitado de planchas laterales	244 s	Inactividad	424 s	Inactividad	524 s	Inactividad	524 s	Inactividad	524 s	Inactividad	524 s	Inactividad
			180 s	Actividad										
			100 s	Inactividad	100 s	Actividad								
10	1080 s	Primer ensamble	1080 s	Inactividad	1080 s	Inactividad	1080 s	Actividad	1080 s	Inactividad	1080 s	Inactividad	1080 s	Inactividad
11	788 s	Acabado de estructura inicial (pintado)	788 s	Inactividad	788 s	Inactividad	788 s	Inactividad	788 s	Inactividad	548 s	Inactividad	788 s	Inactividad
											240 s	Actividad		
12	493 s	Habilitado de plancha frontal	247 s	Inactividad	367 s	Inactividad	493 s	Inactividad	2400 s	Actividad	493 s	Inactividad	493 s	Inactividad
			80 s	Actividad										
			166 s	Inactividad	126 s	Actividad								
13	554 s	Ensamble y acabado de la unión de platina y codo	554 s	Inactividad	554 s	Inactividad	179 s	Actividad	375 s	Inactividad	554 s	Inactividad	554 s	Inactividad
							375 s	Inactividad						
14	1353 s	Espera del horno y secado de unión de platina y codo después del pintado	1353 s	Inactividad	1353 s	Inactividad	1353 s	Inactividad	1353 s	Inactividad	1353 s	Inactividad	1353 s	Inactividad
15	180 s	Retiro de la cocina del horno para el enfriamiento	180 s	Inactividad	180 s	Inactividad	180 s	Inactividad	180 s	Inactividad	180 s	Inactividad	180 s	Inactividad
16	900 s	Enfriamiento de la cocina al ambiente	900 s	Inactividad	900 s	Inactividad	900 s	Inactividad	900 s	Inactividad	900 s	Inactividad	900 s	Inactividad
17	780 s	Ensamble final	780 s	Inactividad	780 s	Inactividad	780 s	Inactividad	780 s	Inactividad	780 s	Inactividad	780 s	Inactividad

**Resumen y Análisis de la información**

Tipo	Tiempo del Ciclo (seg.)	Tiempo de Acción (seg.)	Tiempo de Inactividad (seg.)	% de Utilización
Operario	9302.00	7229.00	2073.00	<b>77.7%</b>
M1	9302.00	260.00	9042.00	<b>2.8%</b>
M2	9302.00	226.00	9076.00	<b>2.4%</b>
M3	9302.00	1459.00	7843.00	<b>15.7%</b>
M4	9302.00	2400.00	6902.00	<b>25.8%</b>
M5	9302.00	240.00	9062.00	<b>2.6%</b>
M6	9302.00	270.00	9032.00	<b>2.9%</b>

Actividad Operario
Actividad Maquina 1
Actividad Maquina 2
Actividad Maquina 3
Actividad Maquina 4
Actividad Maquina 5
Actividad Maquina 6
Inactividad



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que el tiempo de ciclo actual es de 9302 s, convertidos en horas es **2h 35 min 00 s**, cabe destacar que entre los procesos se pudo identificar dos procesos que generan tiempo muerto según el diagrama hombre-máquina los cuales son:

- Espera del horno, secado de unión de platina y codo después del pintado; es importante recalcar que ambos procesos de manera simultánea.
- Enfriamiento de la cocina al ambiente.

En la actualidad el proceso de producción de cocinas de dos hornillas se realiza con el apoyo de 3 operarios: cada uno destinado a la fabricación de 3 cocinas por día, con el fin de cumplir 72 cocinas en 7.5 días. Los operarios trabajan en turno de 8 horas, en ocasiones cuando no cumplen su cuota diaria realizan horas extras, las cuales no son remuneradas, se detalla en la tabla 7.1.

#### 4.2.2.1. Takt Time

$$\mathbf{Takt\ Time} = \frac{\mathit{Tiempo\ disponible}}{\mathit{unidades\ demandadas}}$$

$$\mathbf{Takt\ Time} = \frac{480\ \mathit{min.}}{4\ \mathit{und.}} = 120\ \frac{\mathit{min.}}{\mathit{unid.}} = 2\ \frac{\mathit{h}}{\mathit{unid.}}$$

Tabla 7 Comparación de Takt Time

TAKT TIME ACTUAL	TAKT TIME ADECUADO
2h 35min 00s	2h 00min 00s

*Fuente: Elaboración propia*

Se puede observar que el tiempo de ciclo adecuado para cumplir la demanda de 72 unidades de cocinas por semana es de 2 horas, sin embargo, el tiempo de ciclo actual de la empresa es de 2h: 30 min, es decir el ritmo actual en que se trabaja en la PYME no es el adecuado para cumplir la demanda.

Tabla 7.1 Tiempo de fabricación actual

Operario	
1 cocina	02:35 horas

3 Operarios	
72 cocinas	61 horas

SEMANA N°1					
Lunes	8:00 - 10:35	10:35 -13:05	14:00 - 16:35	16:35 - 17:00	
1 operario	1	1	1	0.16	
2 operario	1	1	1	0.16	
3 operario	1	1	1	0.16	
Total	3	3	3	0.48	9.48
Martes	8:00 - 10:35	10:35 -13:05	14:00 - 16:35	16:35 - 17:00	
1 operario	1	1	1	0.16	
2 operario	1	1	1	0.16	
3 operario	1	1	1	0.16	
Total	3	3	3	0.48	9.48
Miércoles	8:00 - 10:35	10:35 -13:05	14:00 - 16:35	16:35 - 17:00	
1 operario	1	1	1	0.16	
2 operario	1	1	1	0.16	
3 operario	1	1	1	0.16	
Total	3	3	3	0.48	9.48
Jueves	8:00 - 10:35	10:35 -13:05	14:00 - 16:35	16:35 - 17:00	
1 operario	1	1	1	0.16	
2 operario	1	1	1	0.16	
3 operario	1	1	1	0.16	
Total	3	3	3	0.48	9.48
Viernes	8:00 - 10:35	10:35 -13:05	14:00 - 16:35	16:35 - 17:00	
1 operario	1	1	1	0.16	
2 operario	1	1	1	0.16	
3 operario	1	1	1	0.16	
Total	3	3	3	0.48	9.48
Sábado	8:00 - 10:35	10:35 -13:05	14:00 - 16:35	16:35 - 17:00	
1 operario	1	1	1	0.16	
2 operario	1	1	1	0.16	
3 operario	1	1	1	0.16	
Total	3	3	3	0.48	9.48

SEMANA N°2					
Lunes	8:00 - 10:35	10:35 - 13:05	14:00 - 16:35	16:35 - 17:00	
1 operario	1	1	1	0.16	
2 operario	1	1	1	0.16	
3 operario	1	1	1	0.16	
Total	3	3	3	0.48	9.48
Martes	8:00 - 10:35	10:35 - 13:05	14:00 - 16:35	16:35 - 17:00	
1 operario	1	1	-	-	
2 operario	1	1	-	-	
3 operario	1	1	-	-	
Total	3	3	-	-	6

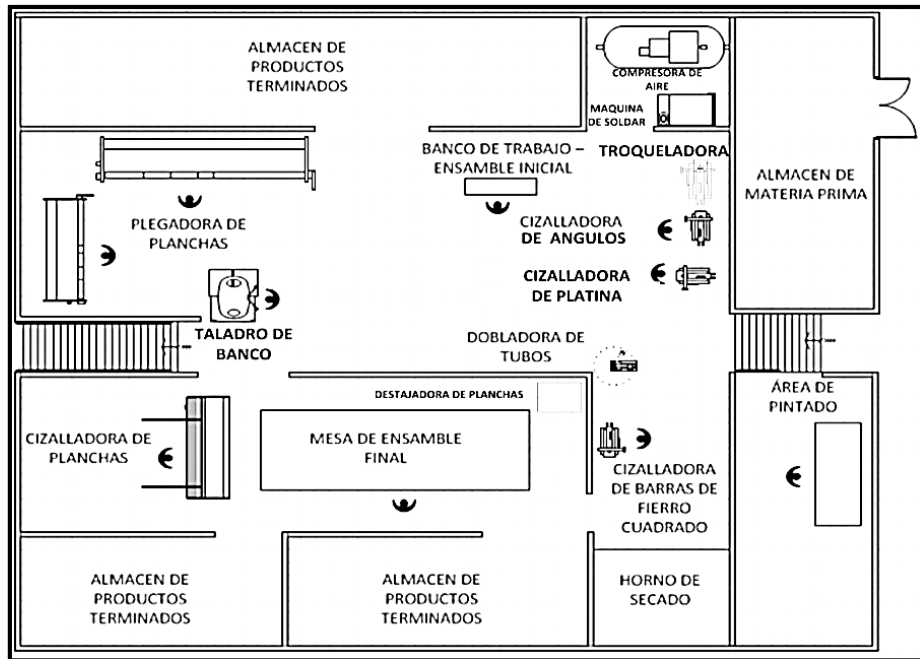
Total	72.36
-------	-------

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.3. Análisis del Recorrido Actual de Producción

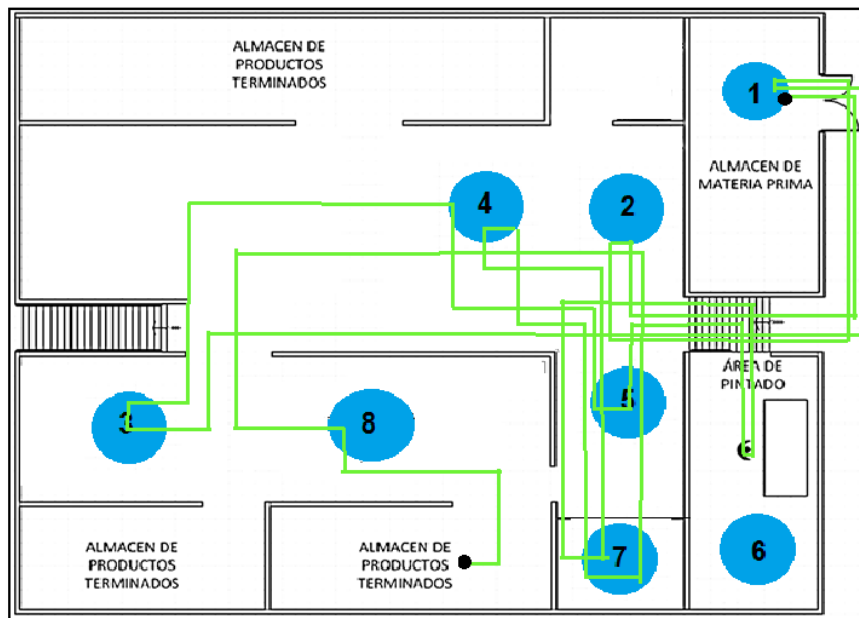
En el Gráfico 4 se presenta el layout de la planta de producción para la fabricación de cocinas a gas de dos hornillas y a su vez en el Gráfico 5 se presenta el recorrido del operador por el área de trabajo.

Gráfico 4 Layout de PYME



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5 Recorrido del operador actual



Fuente: Elaboración propia

Tabla 8 Distancia de recorrido actual de fabricación de cocinas de dos hornillas

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (METROS)
1	2	12.5
2	3	11
3	4	7.5
4	5	7.5
5	6	8.5
6	7	10.5
7	8	17
<b>TOTAL DISTANCIA</b>		<b>74.5</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

#### 4.4. Diagnostico Actual de la Empresa

##### 4.4.1. Nivel de Productividad

- Unidades producidas = 72 unidades
- Horas laboradas = 61.16 horas

$$Productividad\ Parcial = \frac{Unidades\ producidas}{Horas\ laboradas}$$

$$Productividad\ Parcial = \frac{72\ cocinas}{61.16\ horas}$$

$$Productividad\ Parcial = 1.18\ cocinas\ /horas$$

Se puede observar que actualmente su productividad es de 1.18 cocinas/hora sin embargo tiene tendencia a bajar su productividad a razón de que el diagnóstico actual de la PYME no refleja un panorama favorable.



#### **4.5. Resultados del Diagnostico Actual**

Los problemas que viene enfrentando la Pyme son:

- El tiempo de producción actual es de 2h 35 min 00s, tiempo que no permite cumplir con la demanda de 72 cocinas por semana, actualmente producen este lote en 7.5 días.
- El recorrido actual de la empresa es de 74.5 metros, que genera que el operador invierta tiempo innecesario en el proceso productivo.

##### **4.5.1. Causas**

- Distribución de áreas inadecuadas.
- Herramientas – equipos defectuosos y/o inadecuados.
- Proceso de producción convencional.
- Falta de inspección.
- Desorden y falta de limpieza en el área de trabajo.
- Falta de planificación de producción.
- Falta de control de calidad.

## **CAPITULO 5**

### **DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA**

#### **5.1. Identificación de la Metodología**

La metodología de esta investigación es descriptiva de enfoque cuantitativo ya que se recolectarán datos de los diferentes elementos que componen el proceso productivo de la fabricación de cocinas a gas en una PYME para después realizar un análisis, el cual nos permita evaluar la mejor alternativa de mejora de proceso aplicando las herramientas de lean Manufacturing.

#### **5.2. Técnicas de la Investigación**

Utilizando la identificación de defectos, se procede a fijar los criterios bajo los cuales serán valorados los defectos para así determinar las herramientas de manufactura esbelta que se van a utilizar en cada uno de éstos.

Observación para la identificación de defectos durante el proceso productivo, medición de tiempos del proceso de fabricación de cocinas y desarrollo de diagramas de proceso (DOP).

### **5.3. Herramientas de la Investigación**

- Herramientas de mejora continua.
- Diagramas de proceso.
- Análisis de Pareto.
- Diagrama de Ishikawa o diagrama de pescado.
- Hojas de verificación – check list.

### **5.4. Descripción de la Metodología a Desarrollar**

En el desarrollo de esta investigación, como primer paso se busca identificar y definir los defectos del proceso productivo de fabricación de cocinas a gas, para posteriormente cuantificar la frecuencia de defectos y poder identificar los defectos críticos con la ayuda del diagrama de Pareto, con el fin de asignar las herramientas de lean manufacturing que más se puedan adecuar a dar solución a los 11 defectos críticos identificados y finalmente desarrollar las herramientas seleccionadas enfocadas a la eliminación y/o reducción en cuanto a la frecuencia y tiempo de los 11 defectos críticos identificados.

### **5.5. Población y Muestra**

En la presente investigación se tomará la muestra no probabilística y conveniencia, siendo la población objetivo tres operarios que conforman el área productiva con un nivel de confianza del 100%.

### **5.6. Identificación de Defectos**

Para la identificación de los posibles defectos en el proceso productivo de la fabricación de cocinas a gas, se realizó la observación de cada proceso, asimismo se contó con la participación de los operarios y empleador de la Pyme, quienes definieron algunos defectos y problemas que se presentan en el proceso productivo,

y otros defectos fueron identificados mediante la observación centrándose en la frecuencia con que ocurren.

La información recolectada se muestra en el anexo N°2, donde se muestran los defectos encontrados por sección durante, antes y después de proceso, en la tabla 9 se muestra un resumen de la información recolectada.

Tabla 9 Defecto identificados

SECCION	N° DE DEFECTO	DEFECTO
<b>HABILITADO DE PERFILES</b>	1	Transporte de perfiles
	2	Toma de medidas repetitivas
	3	Herramientas empleadas defectuosas
	4	Irregularidad en el destaje de soportes
<b>ENSAMBLE INICIAL</b>	5	Búsqueda de herramientas
	6	Herramientas- Maquinas en mal estado
	7	Armado de manera convencional
	8	Proceso inadecuado de soldadura
	9	Área de ensamble no despejada
	10	Demora en la identificación de piezas
<b>PRE – ACABADO</b>	11	Herramientas de blanqueado en pésimas condiciones
	12	Blanqueado no uniforme
	13	Implementos de desengrase inadecuados

<b>HABILITADO DE PLANCHAS</b>	14	Transporte de planchas
	15	Herramientas inadecuadas para el trazo
	16	Poca iluminación en el lugar
<b>PINTADO</b>	17	Pistola de pintar en mal estado
	18	Sección de pintado inadecuado
	19	Falta de conocimiento de cantidad de materiales requeridos en 01 cocinas para pintar
<b>SECADO</b>	20	Preparación de horno
	21	Falta de termómetro de temperatura
	22	Color no homogéneo
<b>HABILITADO DE KIT DE DISTRIBUCIÓN DE GAS</b>	23	Herramientas inadecuadas
	24	Toma de medidas repetitivas
	25	Proceso inadecuado de soldadura
<b>ENSAMBLE FINAL</b>	26	Herramientas en pésimas condiciones
	28	Acabado con superficies cortantes

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.6.1.Frecuencia de Defectos:

Como se mencionó anteriormente para el diagnóstico de la empresa se contó con la participación de los 03 operadores de la PYME los cuales brindaron información necesaria para poder hallar la frecuencia de defectos en la fabricación de un lote de 72 cocinas; esta observación y recolección de información se realizó durante 7.5 días evaluando a los tres trabajadores, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 10.

Tabla 10 Frecuencia de defectos

LOTE : 72 UNIDADES DE COCINAS DE DOS HORNILLAS / SEMANA			
N° DE DEFECTO	DEFECTO	FRECUENCIA / 1 COCINA	FRECUENCIA/ 72 COCINAS
1	Transporte de perfiles	2	144
2	Toma de medidas repetitivas (16-25)	10	720
3	Herramientas empleadas defectuosas (6-12-16-24-27)	8	576
4	Irregularidad en el destaje de soportes	1	72
5	Búsqueda de herramientas	5	360
6	Armado de manera convencional	1	72
7	Proceso inadecuado de soldadura	2	144
8	Área de ensamble no despejada	1	72
9	Demora en la identificación de piezas	1	72

10	Blanqueado no uniforme	1	60
11	Implementos de desengrase inadecuados	1	72
12	Transporte de planchas	-	20
13	Poca iluminación en el lugar	1	72
14	Pistola de pintar en mal estado	1	72
15	Sección de pintado inadecuado	1	72
16	Falta de conocimiento de cantidad de material a usar para la fabricación de cocinas	-	50
17	Preparación de horno	-	4
18	Falta de termómetro de temperatura	1	72
19	Color no homogéneo	-	58
20	Proceso inadecuado de soldadura	1	72
21	Acabado con superficies cortantes	2	144

*Fuente: Elaboración propia*

**Transporte de perfiles:** En la fabricación de un lote de cocinas este defecto se presenta con una frecuencia de 144 veces y en promedio se presenta 2 veces por la fabricación de 01 cocina, ya que comúnmente se traslada 4 varillas de perfil en 2 viajes, además de ello el almacén no se encuentra en un lugar estratégico que permita su rápido transporte.

**Toma de medidas repetitivas:** En la fabricación de un lote de cocinas este defecto se presenta 720 veces, y 10 veces en la fabricación de 01 cocina en promedio, ya que no se cuenta con un plano técnico detallando las medidas, los operadores toman como modelo un producto terminado para facilitar la metrología en cuanto a medidas o dimensiones de la estructura de la cocina.

**Herramientas empleadas defectuosas:** Este defecto se presenta con una frecuencia de 576 veces en la fabricación de un lote de cocinas y 8 veces en una cocina, estas son las veces que se emplean herramientas durante todo el proceso de fabricación tanto de una cocina como de un lote.

**Irregularidad en el destaje de soportes:** Este defecto se presenta 72 veces por el lote de cocinas, 1 vez por cocina ya que la maquina Troqueladora no se encuentra en óptimas condiciones, presentando anomalías en el ángulo de destaje.

**Búsqueda de herramientas:** En la fabricación de un lote de cocinas este defecto se presenta con una frecuencia de 360 veces y 5 veces para la fabricación de 01 cocina, ya que en el lugar no se encuentra un orden y un lugar adecuado para las herramientas.

**Armado de manera convencional:** Este defecto se presenta 72 veces en fabricación de un lote de cocinas y 01 vez en una cocina ya que en la actualidad no se cuenta con algún prototipo que permita armar de manera rápida y homogénea (mínima diferencia en cuanto a medidas) los productos.



**Proceso inadecuado de soldadura:** Para la fabricación de un lote de cocinas este defecto se presenta con una frecuencia de 144 veces y 2 veces para la fabricación de 01 cocina, ya que para el montaje - unión de piezas se emplea el proceso de soldadura SMAW que deja acabados desfavorables en cuanto a la unión a través del proceso de soldadura actual.

**Área de ensamble no despejada:** Este defecto se presenta con una frecuencia de 72 veces por la fabricación de un lote de cocinas y 01 vez en la fabricación de 01 cocina en promedio, ya que el área donde se trabaja no se encuentra con un orden y limpieza adecuado.

**Demora en la identificación de piezas:** En la fabricación de un lote de cocinas este defecto se presenta con una frecuencia de 72 veces y normalmente 01 vez en la fabricación de 01 cocina ya que de igual forma en el área de trabajo no se cuenta con un orden y espacios donde colocar las piezas ya habilitadas.

**Blanqueado no uniforme:** Este defecto se observó 60 veces en la fabricación de un lote de cocinas, en promedio se presenta una vez en la fabricación de 01 cocina, este defecto no se presentó en las 72 cocinas solo en 60 de ellas, el motivo de este defecto se debe a que no cuentan con un proceso de inspección riguroso y adecuado para cada producto.

**Implementos de desengrase inadecuados:** Este defecto se pudo observar en una frecuencia de 72 veces por un lote de cocinas y se presenta 01 vez por cocina, ya que los implementos a utilizar para el desengrase de los materiales y estructura no son los más adecuados para tener un mejor acabado en cuanto a limpieza y esto repercute en el proceso de pintado.

**Transporte de planchas:** En la fabricación de un lote de cocinas este defecto se presenta con una frecuencia de 20 veces, ya que comúnmente se trasladan los materiales según las veces que requiera el operador a utilizar es decir no hay número fijo de traslado de planchas, además de ello el almacén no encuentra en

un lugar estratégico que permita su rápido transporte, según lo observado en la fabricación de un lote de cocinas.

**Poca iluminación en el lugar:** Este defecto influye durante el lote de producción de cocinas y en cada uno de ellos durante su fabricación teniendo como frecuencia que 72 veces se presenta este defecto.

**Pistola de pintar en mal estado:** Este defecto se presentó con una frecuencia de 72 veces en la fabricación de un lote de cocinas y una sola vez en la fabricación de cada una de ellas, ya que esta herramienta no se encuentra en óptimas condiciones.

**Sección de pintado inadecuado:** De igual forma este defecto se presenta con una frecuencia de 72 veces durante la fabricación de un lote de cocinas y una sola vez en la fabricación de cada una de ellas, ya que el lugar de pintado no es el más adecuado.

**Falta de conocimiento de cantidad de material a usar para la fabricación de cocinas:** Este defecto se presentó con una frecuencia de 50 veces en la fabricación de un lote de cocinas, ya que no todos los operadores cuentan con el conocimiento adecuado en cuanto a planificación de materiales a utilizar.

**Preparación de horno:** En la fabricación de un lote de cocinas se pudo observar que este defecto tuvo una frecuencia de 4 veces, ya que el horno no cuenta con la capacidad suficiente para cumplir su función de secado para las 72 cocinas en un solo turno.

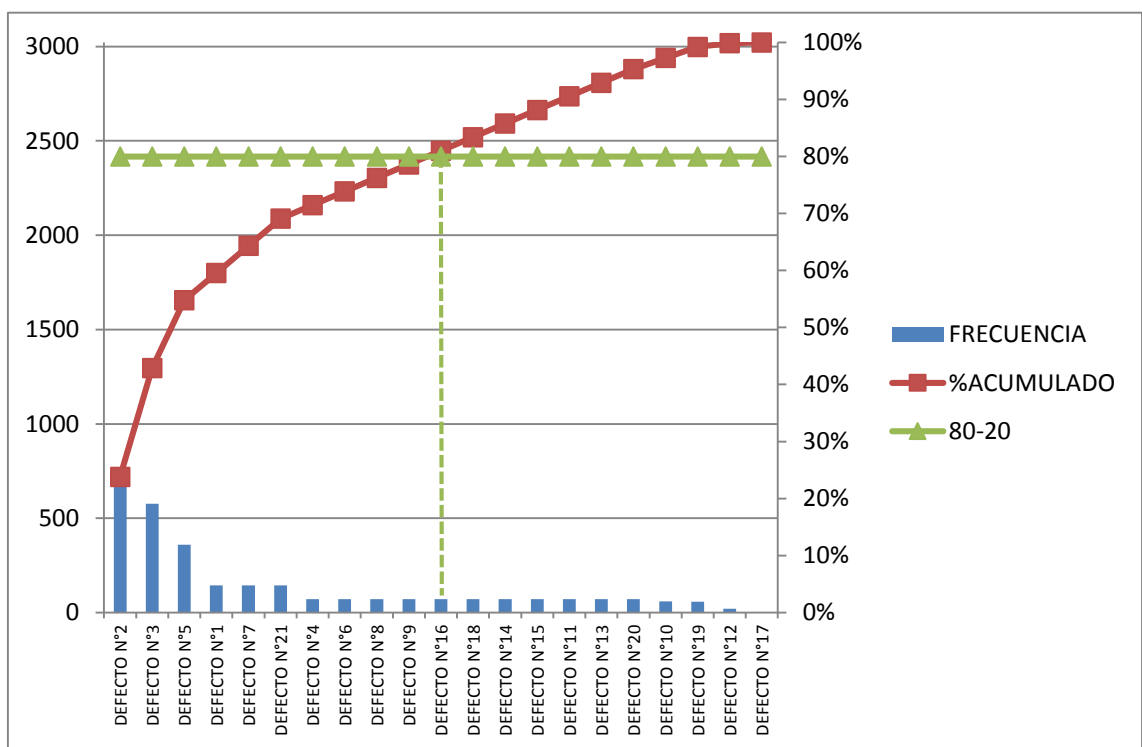
**Falta de termómetro de temperatura:** Este defecto repercute en cada cocina y en el lote completo de cocinas ya que el horno no cuenta con un indicador de temperatura para llegar al punto de adherencia necesaria entre la pintura y el metal.

**Color no homogéneo:** Es defecto se presenta 58 veces en un lote de 72 cocinas, ya que al inspeccionar el lote completo 58 cocinas no contaban con un color homogéneo en la estructura final.

**Acabado con superficies cortantes:** Este defecto se presentó en todo el lote de cocinas ya que no se cuenta con un proceso de inspección, todas las cocinas presentan superficies cortantes en la parte superior.

Con el diagrama de Pareto se identificó los puntos críticos; da como resultado que son 11 defectos (47,61%) críticos que corresponden al 80 % de los problemas que deben solucionarse, como se muestra en la gráfica 6.

Gráfico 6 Diagrama de Pareto de defectos en el proceso de producción actual



Fuente: Elaboración propia

## **5.7. Herramientas de Manufactura Esbelta**

Si bien se sabe cada herramienta de manufactura esbelta está orientado a un objetivo específico , entonces basándonos en ello se orientara a una evaluación de los defectos identificados anteriormente , se fijó los criterios en los cuales se basa cada herramienta y así se cuantifico el nivel de necesidad de cada defecto , se calificó con un rango de 0 a 3 , donde 0 es que la necesidad es nula , 1 no tan necesario , 2 necesario y 3 muy necesario; la calificación fue establecida con el apoyo del empleador de la Pyme.

Los defectos a evaluar serán los puntos críticos que se identificó con el diagrama de Pareto, como se desarrolla en la tabla 11.

Tabla 11 Defectos vs Herramientas de lean manufacturing

DEFECTOS	5' S			KAN BAN			JUSTO A TIEMPO			POKA YOKE		
	Organizar y Limpiar	Estandarizar	Disciplina	Identificación de materiales o productos en proceso	Información de producción entre procesos	Control de niveles de inventario	Calidad en la fuente	Flujo productivo	Participación del empleado	Retroalimentación rápida de errores	Verificación constante	Mecanismos para prevenir o detectar errores
Transporte de material	3	2	0	2	0	3	2	2	3	0	0	0
Toma de medidas repetitivas (2-16-25)	0	0	0	2	1	1	3	3	2	2	2	2
Herramientas empleadas defectuosas (6-12-16-24-27)	3	3	3	2	1	0	3	2	0	0	0	0
Búsqueda de herramientas	3	3	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Armado de manera convencional	0	0	0	3	3	0	3	3	3	2	3	2
Proceso inadecuado de soldadura	0	0	0	2	2	1	2	3	3	2	3	3
Área de ensamble no despejada	3	3	3	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Demora en la identificación de piezas	3	3	3	2	1	0	1	1	2	0	0	0
Falta de conocimiento de cantidad necesaria de materia prima	0	0	0	0	0	3	3	2	3	2	2	3
Falta de termómetro de temperatura	0	0	0	2	1	0	3	3	2	1	2	1
Acabado con superficies cortantes	1	1	1	2	2	0	3	2	3	2	2	3

Fuente: Elaboración propia

### 5.7.1. Asignación de Herramienta

Después de calificar los defectos en base al rango establecido anteriormente se ha decidido que aquella herramienta que obtenga el mayor puntaje será la asignada para dar solución a los defectos ; es decir que son las herramientas que mayor impacto tendrán en la solución de defectos identificados en el proceso productivo de la fabricación de cocinas de dos hornillas , los resultado se reflejan en la Tabla 12, de la cual se determina de que las herramientas para mejorar el proceso productivo de fabricación de cocinas a gas en una PYME, serán las 5'S y JIT ; las 5'S es una herramienta que está enfocada en el mantenimiento de áreas de producción más organizadas , limpias y seguras, siendo esta una herramienta fundamental para la PYME ya que actualmente su área de trabajo no es adecuado, existe desorden tanto en las actividades que realizan como en las herramientas que usan, no existe una limpieza del área de trabajo y los trabajadores están expuestos a sufrir accidente ya que en el piso se encuentran desperdicios del proceso; JIT es una herramienta enfocada a labores manuales o automatizadas que busca corregir y detectar los defectos , cabe destacar que no necesariamente la detección de defectos tiene que ser realizados por dispositivos electrónicos, sino también esta herramienta permite automatizar los procesos a través de personal y es necesaria esta herramienta para mejorar el flujo productivo ya que según la evaluación el tiempo de ciclo no es el adecuado para cumplir la demanda.

Tabla 12 Asignación de herramienta de lean manufacturing

N°	DEFECTO	5S	KANBAN	JIT	POKA YOKE	RESULTADO
1	Transporte de perfiles	5	5	7	0	JIT
2	Toma de medidas repetitivas (2-16-25)	0	4	8	6	JIT
3	Herramientas empleadas defectuosas (6-12-16-24-27)	9	3	5	0	5 S
5	Búsqueda de herramientas	9	0	2	0	5S
6	Armado de manera convencional	0	6	9	7	JIT
7	Proceso inadecuado de soldadura	0	5	8	8	JIT
8	Área de ensamble no despejada	9	0	2	0	5S
9	Demora en la identificación de piezas	9	3	4	0	5S
16	Falta de conocimiento de cantidad necesaria de materia prima	0	3	8	7	JIT
18	Falta de termómetro de temperatura	0	3	8	4	JIT
21	Acabado con superficies cortantes	3	4	8	7	JIT

*Fuente: Elaboración propia*

## 5.8. Desarrollo de Herramientas de Lean Manufacturing 5'S y JIT

### 5.8.1. Fundamento de las Herramientas

Existen tres puntos fundamentales para la adaptación a cualquier herramienta de Lean Manufacturing, sin importar cuál sea la seleccionada.

- Brindar capacitación a todos los involucrados sobre la filosofía de Lean manufacturing, para así lograr la sensibilización de los involucrados ante la propuesta.

- Formar equipos de trabajo para las diferentes etapas del proceso de producción, para que cada grupo se encargue de liderar la implementación de una herramienta en la planta y proceso productivo.
- Definir el objetivo de cada herramienta de lean manufacturing, y darla a conocer con la finalidad de que tengan un solo objetivo común.

#### **5.8.2.5'S**

Esta herramienta de lean manufacturing tiene como finalidad la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más organizadas, más limpias y seguras; en resumen, dar mayor "calidad de vida" al trabajo.

Con la implementación de las 5's se espera generar un ambiente de trabajo atractivo y seguro, a través del orden y limpieza. Buscando además cumplir la eficacia y eficiencia del área productiva en estudio, es necesario implementar una cultura de mejora continua, el cual la lleve a adoptar ciertas herramientas.

Para esto es muy importante el compromiso de los empleadores, ya que son los responsables de transmitir esta metodología a todo el personal de la PYME. Como función principal se busca generar un compromiso de manera continua mediante la colaboración de todos. Se encargará de evaluar y dar seguimiento a los avances que se den en cada etapa con el fin de tener una correcta implementación de las 5's.

Según el diagrama de Pareto se identificó 11 puntos críticos en el proceso productivo de los cuales 4 se podrían solucionar mediante 5'S. En la tabla 13 se identificó los defectos los cuales serán mejorados a través de la 5S, así mismo las secciones a las que corresponde, con la finalidad de cumplir con el objetivo trazado por la PYME de "Eliminar o reducir todos aquellos defectos que agregan costo al producto – proceso productivo pero que no añaden valor".



Tabla 13 Defectos a solucionar con 5'S

N°	DEFECTOS	HERRAMIENTAS	SECCIÓN
3	Herramientas empleadas defectuosas	5 S	Pre ensamble - Habilitado - Ensamble final
5	Búsqueda de herramientas	5S	Pre ensamble - Habilitado - Ensamble final
8	Área de ensamble no despejada	5S	Pre ensamble - Ensamble final
9	Demora en la identificación de piezas	5S	Pre ensamble - Ensamble final

*Fuente: Elaboración propia*

Para poder dar solución a los 4 defectos encontrados en las secciones de pre-ensamble, habilitado y ensamble final, se realizó una evaluación previa reflejada en los anexos N°3, para después proceder a la aplicación de las 5'S siguiendo los pasos para la implementación de las 5'S.

**a) Definición de un Responsable**

En este caso el responsable será el empleador de la PYME, quien se encargará de implementar las 5's; de esta manera no se incrementará personal. Así mismo el empleador se comprometerá y encargará de la inspección y del cumplimiento de las 5 S.

## b) Capacitación y Difusión

Se capacitará a todos colaboradores especialmente a los involucrados en el proceso de fabricación de cocinas en este caso para los 03 operarios que laboran en el taller. La difusión será realizada por el responsable de la implementación el cual comunicará el objetivo de la capacitación y el cronograma de actividades.

Tabla 14 Cronograma de capacitación y difusión

Actividad / Semana	1	2	3	4
Difusión	X			
Primer Taller		x		
Segundo Taller			X	
Tercer Taller				X

*Fuente: Elaboración propia*

La capacitación debe enfocarse en los siguientes parámetros:

### i. Objetivo general de la capacitación:

Capacitar al personal para dar a conocer la herramienta de lean manufacturing denominada 5'S, como una herramienta útil y necesaria en los puestos de trabajo, con ello se busca facilitar la identificación y comprensión de conceptos básicos de las 5'S.

## ii. Objetivos específicos de la capacitación

- Dar a conocer la importancia de las 5'S.
- Conocer los beneficios de la implementación de las 5'S.
- Apoyar la aplicación de 5'S a los puestos de trabajo y a las diferentes secciones del taller de producción.

La capacitación se desarrollará en tres talleres, cada uno de dos horas:

- **Primer taller:** Se dará a conocer la herramienta y su importancia, para reafirmar los conocimientos al inicio de la capacitación se les entregará a los 3 operarios un documento que incluirá los conceptos de: ¿Que es 5'S?, Objetivos, características, beneficios y pilares de 5'S. Al finalizar el primer taller se tomará una evaluación para analizar el nivel de captación de la información y evaluar si es necesario reforzar los conocimientos.
- **Segundo Taller:** Se profundizará en las 5'S es decir se desarrollará los conceptos de cada una de las 5's; para reforzar el conocimiento se realizará una sesión teórico-práctica donde se presentará ejemplos aplicables a espacios comunes en la vida diaria como: en el hogar, puesto de trabajo, entre otros.
- **Tercer Taller:** La capacitación se basara en la Estandarización y la Disciplina en los procesos, donde se analizara los primeros avances alcanzados en el proceso de producción por medio de los compromisos adquiridos en el segundo taller.

### c) Seiri – Clasificar

En este punto se busca crear un mejor ambiente de trabajo, donde las herramientas, materiales, etc. que se empleen en toda el área de producción se encuentren clasificados de tal forma que solo se tenga a la mano lo necesario y lo innecesario se debe guardar en un sitio adecuado, de tal forma que se mantendrá el espacio de trabajo despejado de elementos innecesarios que generen desorden en el área.

Para realizar la clasificación se espera trabajar con los operadores y el empleador de la PYME. De esta manera, el empleador deberá inspeccionar el área y evaluar si el operador cumple con trabajar solo con los elementos necesarios y que a su vez los elementos innecesarios se mantengan en un sitio adecuado.

Los operadores tendrán la tarea de clasificar las herramientas y materiales para su pronta disposición, a continuación, se menciona que acciones tomar según la Clasificación de cada elemento innecesario:

- **Elementos dañados:** Elementos que no se encuentran en buen estado, para ello se debe establecer cuáles son útiles y cuáles no. Para los que todavía pueden servir tienen que pasar a reparación. En el área productiva se observan algunos equipos – herramientas que están a la espera de la reparación y mantenimiento, se encuentran ocupando espacio en el área de trabajo diario, por tal razón se plantea acondicionar un área para almacenar todos los equipos y herramientas que se encuentren en la condición de reparación.
- **Elementos obsoletos:** Si en el área de trabajo se encuentran elementos obsoletos, estos deben ser separados del resto y proceder con su descarte. El determinar la acción a tomar de estos elementos

es más aun importante cuando el área de producción no es tan grande y se ocupan metros con este tipo de elementos.

- **Elementos de más o innecesarios:** no tienen un fin en el área, por ello lo correcto es retirarlos. Por otro lado, estos pueden prestarse a otras áreas en las que quizá sí sea necesario.

Después de entender los tipos de clasificación de los elementos, el empleador junto los operarios procederán a realizar una lista de aquellos elementos que sean necesarios o innecesarios. Para todos los elementos innecesarios se emplearán tarjetas rojas que permitan formalizar el reconocimiento de este tipo de elemento y planear cuál va a ser la acción correctiva. De esta forma, se determinará si el elemento se va a mover a una nueva ubicación en el área de trabajo, si se moverá fuera de la zona de trabajo o si se eliminará. El formato que tendrán las tarjetas rojas se muestra en la gráfica 6 esta propuesta está enfocada a solucionar el defecto N°3: herramientas empleadas defectuosas, se clasifico como en la tabla 15.

Gráfico 7 Tarjeta roja 5'S

TARJETA ROJA 5 ' S		
Fecha: _____	Número de tarjeta _____	de _____
Área: _____		
Nombre del elemento	Cantidad	_____
Descripción Objeto		
<input type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Defectuoso <input type="checkbox"/> No uso	<input type="checkbox"/> Otros	Especificación _____ _____
Disposición		
<input type="checkbox"/> Transferir a otra área <input type="checkbox"/> Vender <input type="checkbox"/> Eliminar <input type="checkbox"/> Almacenar	<input type="checkbox"/> Renovar <input type="checkbox"/> Mantenimiento <input type="checkbox"/> Otros	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Razón: _____		
Fecha de disposición: _____		
Elaborado por: _____		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15 Clasificación de estado actual de Herramientas

	<b>Tipo</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Disposición</b>
	Máquina: cizalladora de planchas	Elemento dañado	Reparación - mantenimiento
	Máquina: Dobladora de planchas	Elemento dañado	Reparación - mantenimiento
	Máquina: Destajadora de planchas	Elemento dañado	Reparación - mantenimiento
	Máquina: Cizalladora de perfil - ángulo	Elemento dañado	Reparación - mantenimiento
	Máquina: Troqueladora	Elemento dañado	Reparación - mantenimiento
	Máquina: cizalladora de perfil - barras	Elemento dañado	Reparación - mantenimiento

	Máquina: Taladro de banco	Elemento dañado	Reparación - mantenimiento
	Herramienta : Amoladora	Elemento Obsoleto	Eliminación - Renovación
	Herramienta : Tornillo de banco	Elemento Obsoleto	Eliminación - Renovación
	Máquina: Soldar - SMAW	Elemento dañado	Reparación - mantenimiento
	Máquina: Dobladora de tubos	Elemento dañado	Reparación - mantenimiento
	Maquina: Horno de secado	Elemento dañado	Reparación - mantenimiento



	Herramienta: Escuadra metálica	Elemento Obsoleto	Eliminación - Renovación
	Herramienta: Alicate a presión	Elemento Obsoleto	Eliminación - Renovación
	Herramienta: Arco y sierra	Elemento Obsoleto	Eliminación – Renovación
	Herramienta: Martillo	Elemento Obsoleto	Eliminación – Renovación
	Herramienta: Llave Francesa	Elemento Obsoleto	Eliminación – Renovación

*Fuente: Elaboración propia*

#### **d) Seiton - Ordenar**

A través de un adecuado orden de elementos se puede disminuir los tiempos de búsqueda de herramientas y crear un fácil acceso, que permita localizarlos de forma oportuna y rápida. Para poder cumplir con esta S', se determinarán lugares en los cuales se puedan ordenar los elementos de forma clasificada. En la zona de habilitado, pre - ensamble

y ensamble final no existe un orden adecuado, para ello se clasificarán las herramientas, tomando en cuenta la frecuencia de uso en cuanto a estas, mediante la señalización y lugares adecuados de tal forma que para un operario nuevo sea más fácil de ubicar y almacenar; para que puedan cumplir con ello se les otorgará un armario de pared porta herramientas y /o un carro porta herramientas como se muestra en el Gráfico 8.

Otro defecto que se busca reducir o eliminar en esta S es la falta de identificación de piezas, donde se brindara a cada operador bandejas para que almacenen las piezas producidas como se muestra en el grafico 9.

Gráfico 8 Armario porta herramientas referenciales



*Fuente: Revista Hogarmanía*

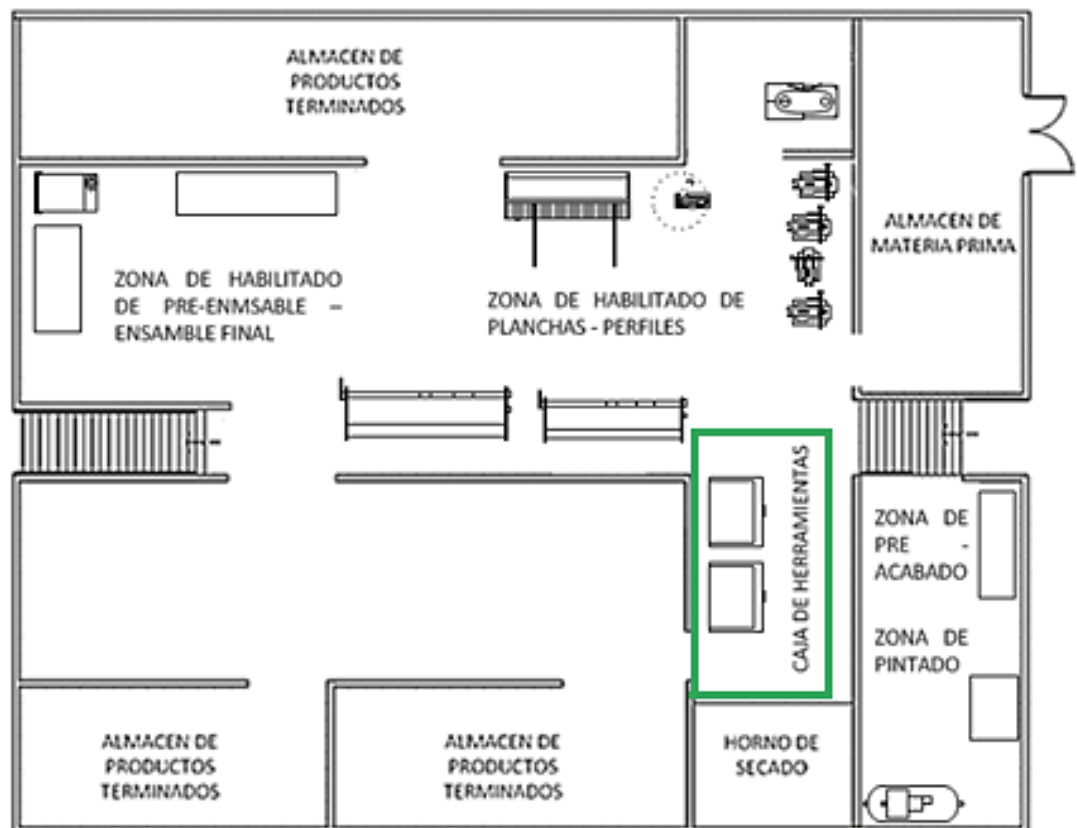
Gráfico 9 Bandeja referencial



Fuente: Revista Hogarmania

En el Gráfico 10 se muestra el área que se habilita para poder almacenar las herramientas al final de proceso productivo.

Gráfico 10 Ambiente habilitado para guardar herramientas



Fuente: Elaboración propia

#### e) **Seiso – Limpiar**

En esta parte se ha de realizar la limpieza general del lugar, fomentar a realizar esta actividad después de la jornada de trabajo. De esta manera el área de ensamble se encontrará despejada de despilfarros y suciedad, ya que esta S va mucho más allá que una simple limpieza, ya que se asocian inspecciones como: revisar el estado de toda el área, para poder evitar daños de los equipos manteniéndolos en excelente estado, evitar problemas en la producción, y en general mejorar el bienestar físico y mental del trabajador.

Pasos para implementar un plan de limpieza:

- **Planificar la limpieza.** Para dar inicio a la implementación de Seiso, se debe delegar funciones de trabajo en cuanto a la limpieza a cada operario, la limpieza se realizará 10 minutos antes de culminar su trabajo.
- **Preparación de utensilios para la limpieza.** Una vez delegada las funciones se debe adquirir los utensilios de limpieza, estableciendo un sitio específico en donde deben ser ubicados los elementos para que una vez utilizados sean devueltos a su lugar de almacenamiento, los utensilios de limpieza serán: 03 escobas, 03 Recogedores y trapos.

#### f) **Seiketsu – Estandarizar**

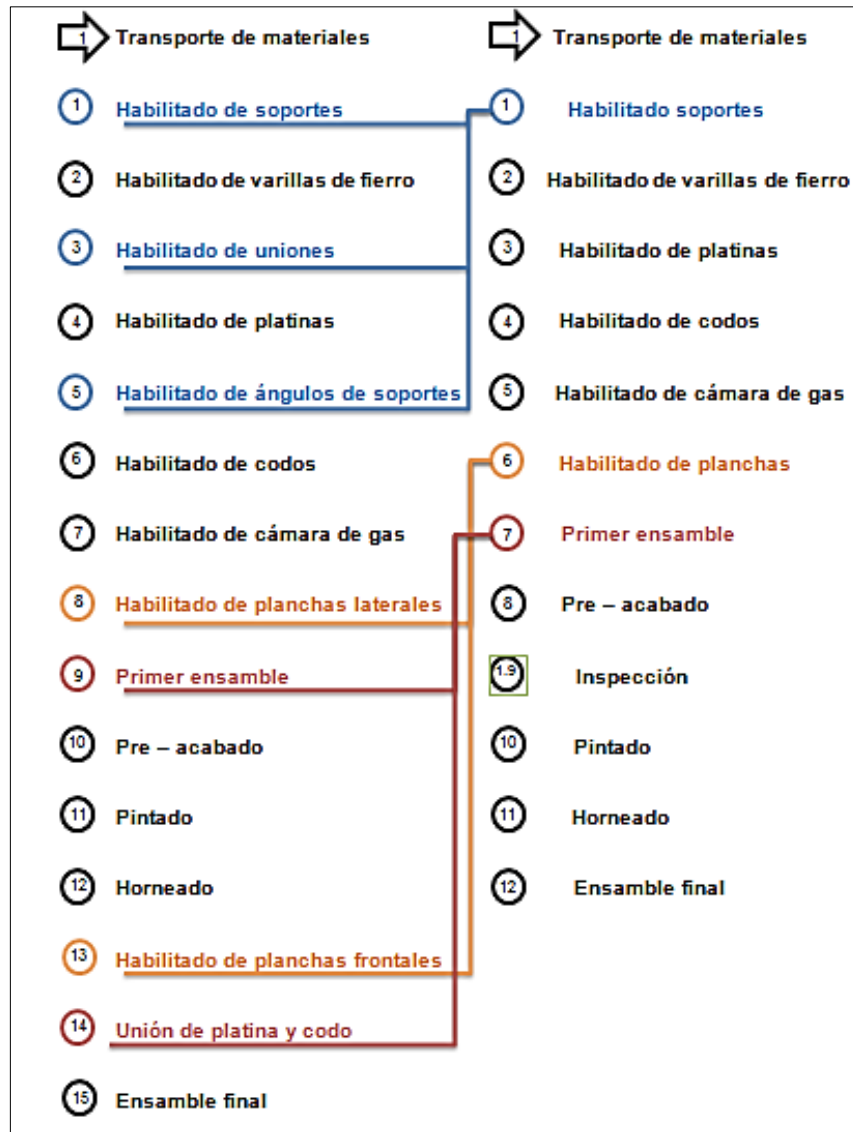
Para mantener todo lo aprendido y reducir los 4 defectos ya mencionados, el personal y el empleador deben mantener la aplicación de las 3'S mencionadas anteriormente, generando un hábito.

De igual forma, se mostrarán los avances alcanzados por todo el equipo en cuanto al trabajo con cada una de las 5'S mediante inspecciones,

permitiendo crear bienestar en los trabajadores al ver que su área de trabajo ha mejorado.

- ❖ Por otro lado, para motivar a las ideas del personal que encuentre nuevos puntos a mejorar se realizará una reunión mensual y un formato en el cual el operario o cualquier colaborador pueda explicar su idea a mejorar, generando con ello más confianza y compromiso hacia la metodología.
- ❖ Otro punto a tocar en esta S es el proceso de producción, actualmente la PYME no tiene estandarizado sus procesos lo cual provoca que los trabajadores realicen las operaciones de manera desordenada. Para dar solución a ello se propone estandarizar el proceso productivo uniendo algunas operaciones; para poder realizar ello se consideró los materiales, secciones, procesos y distancias de recorrido que se emplean durante el proceso de fabricación de una cocina a gas de dos hornillas, a continuación, en el gráfico 11 se muestra los procesos que se fusionaron.

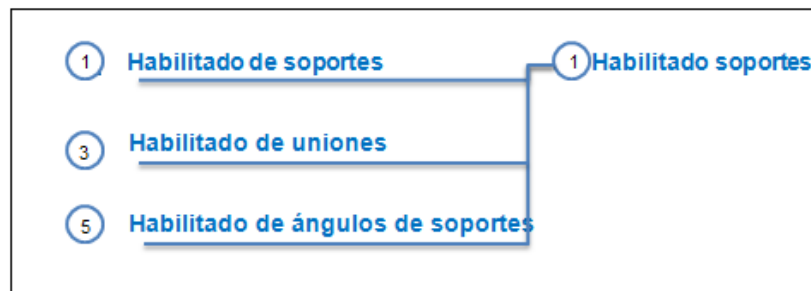
Gráfico 11 Unión de procesos



*Fuente: Elaboración propia*

**f.1. Habilitado soportes:** En este proceso se pueden desarrollar las actividades de habilitado de soportes, uniones y ángulos de soportes; ya que para obtener estas piezas se trabajan con el mismo material: ángulo de 3/4 " x 1.8 mm., además la sección de trabajo es la misma.

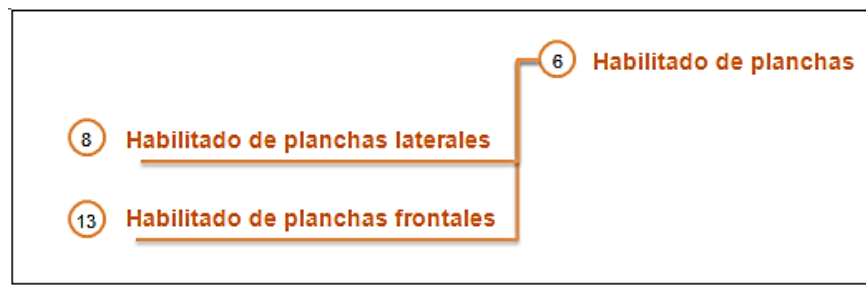
Gráfico 12 Proceso estandarizado de habilitado de soportes



*Fuente: Elaboración propia*

**f.2. Habilitado de Planchas:** En este proceso se pueden desarrollar las actividades de habilitado de planchas laterales y frontales. Ya que se realiza el mismo procedimiento para el habilitado de planchas (destaje y doblado) y también se realiza en la misma área.

Gráfico 13 Proceso estandarizado de Habilitado de planchas



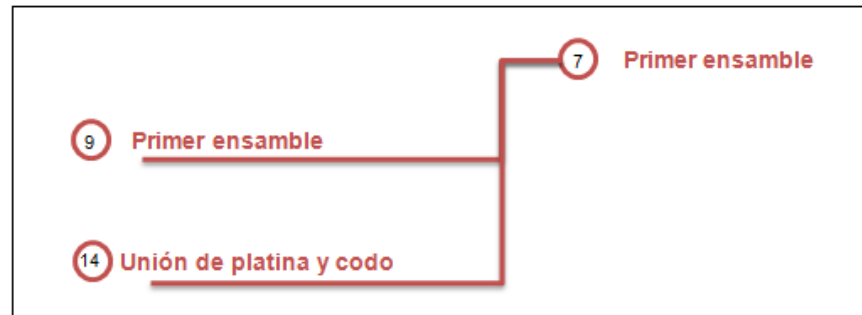
*Fuente: Elaboración propia*

**f.3. Primer Ensamble:** En este proceso se pueden desarrollar las actividades de ensamble inicial y unión de platina - codo, puesto que para unir estas piezas se emplea el proceso de soldadura GMAW – SMAW en ambos casos.

De esta manera las piezas ensambladas serán homogéneas en cuanto al color, ya que podrán ser pintadas con el mismo proceso de pintado, que a lo contrario del proceso actual los dos procesos son pintados con

diferentes procesos el ensamble inicial se realiza el pintado con pintura en polvo y la unión de platina-codo es pintada con pintura en spray.

Gráfico 14 Proceso estandarizado de ensamble



*Fuente: Elaboración propia*

#### **f.4. Inspección - Corrección**

Se adiciona un proceso de inspección con el fin de evitar reproceso según lo establecido en la herramienta JIT desarrollado más adelante. Para la inspección del proceso de pre acabado.

#### **f.5. Proceso Productivo Propuesto**

Con la unión de procesos el nuevo proceso productivo será como se detalla a continuación:

- **Transporte de materiales:** El proceso inicia en la sección de almacén, donde el operador se dirige a esta para tomar la materia prima necesaria a utilizar para metrado que estas luego sean llevadas a ser habilitadas según sus dimensiones y fines.
- **Habilitado de soportes:** En este segundo paso se realizan las operaciones de, cortado en cuanto al perfil (varilla) ángulo de 3/4" para obtener las piezas de: soportes y uniones que conforman una cocina de mesa (2 hornillas). A si mismo los soportes serán destajados y doblados. Empleando herramientas convencionales de fuerza mecánica manual para el corte de ángulos como la cizalla cortadora y



para el destaje de ángulos la Troqueladora – destajadora. En esta sección también los soportes son unidos con regatones metálicos o volandas a través de un punto de soldadura.

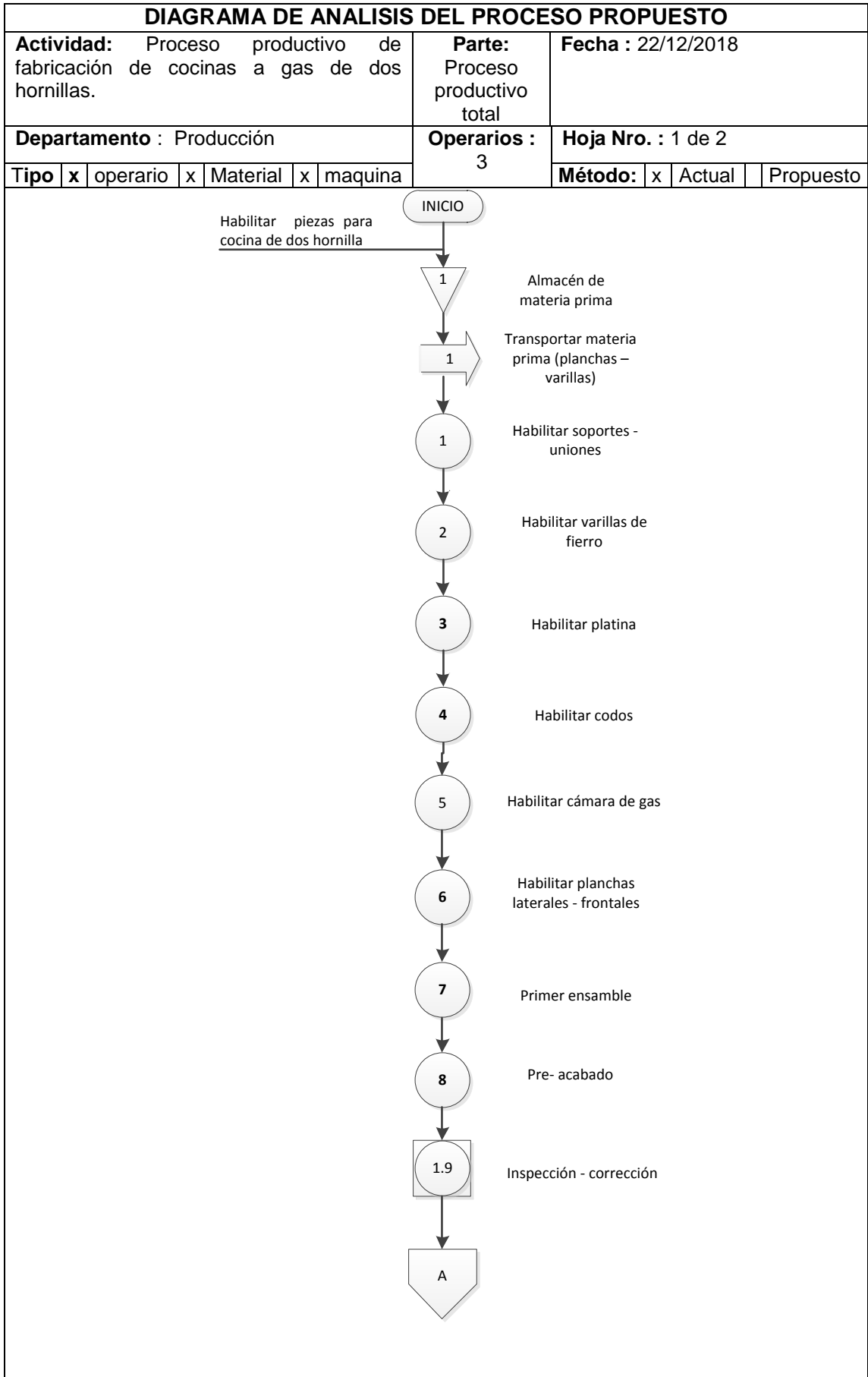
- **Habilitado de varillas de fierro:** En este tercer paso de igual manera se realizan las operaciones de metrado y cortado, adicionando el paso de doblado del fierro de 3/8" que conforman la parrilla de la cocina de dos hornillas; para que luego las superficies punzo – cortantes sean desbastadas, con el fin de que no generen algún daño físico. De igual manera se emplean herramientas convencionales de fuerza mecánica manual para el corte de ángulos como la cizalla para ángulos y la amoladora de 7".
- **Habilitado de platinas:** Para este cuarto paso también se realizan las operaciones de metrado, trazado, cortado en cuanto a platina a utilizar de 3/8 " x 1/8 mm. Piezas que permiten sostener el acceso (codo) por donde fluye el gas. Así mismo se emplean herramientas convencionales de fuerza mecánica manual para el corte de platinas que en este caso es la cizalla cortadora de platinas.
- **Habilitado de codos:** Para este paso se realizan las operaciones de metrado, trazado, metrado, destaje, doblado y prensando en cuanto al codo 1" x 1.2 mm. Se emplean herramientas convencionales de fuerza mecánica manual para el destaje de codos como la dobladora de tubos manual, arco - sierra y una prensa mecánica.
- **Habilitado de cámara de gas:** En este paso se realiza el metrado, trazado y destaje del tubo cuadrado 1/2 " x 0.9 mm. Para luego ser unidos (soldadura) con las porta válvulas (acoples) y acople para manguera.

- **Habilitado de planchas:** En este paso se realiza el metrado y destaje de las planchas de acero al carbono (laterales) y de acero inoxidable (frontal) (espesor 1mm.) según las dimensiones que conforman una cocina de mesa (2 hornillas). Para luego ser dobladas, roladas y troqueladas según sea su condición. Así mismo se emplean maquinas manuales de fuerza mecánica manual para el corte y doblado de planchas que en este caso son la cortadora y dobladora de plancha y Troqueladora.
- **Primer ensamble:** En este paso se realiza la operación de unir las piezas ya habilitadas para luego unir las barras cuadradas en la parte superior que darán como fin la parrilla de la cocina. Y finalmente el soldado de las piezas laterales (planchas) a través del proceso de soldadura ya mencionado. A su vez de forma paralela se realiza la unión de platina y codo ya habilitados mediante el proceso de soldadura SMAW.
- **Pre – acabado:** En este paso se realiza la limpieza del armazón o estructura metálica con el fin de corregir algún desperfecto ocasionado por el proceso de soldadura o durante el habilitado de las piezas. Para luego ser limpiada con detergente industrial y agua que permita retirar la grasa con la que el producto viene desde el punto de origen.
- **Inspección-corrección:** En este paso se realiza la inspección de toda la estructura con el fin de corregir los desperfectos.
- **Pintado:** En esta sección se realiza el proceso de pintado a la estructura, cámara de gas y platinas y codos ya ensambladas. De esta manera se obtiene un producto con mejor acabado y llamativo en sus diferentes partes para ello se aplica aditivos como thinner, pintura en

polvo para estructuras metálicas (electroestática) de manera homogénea.

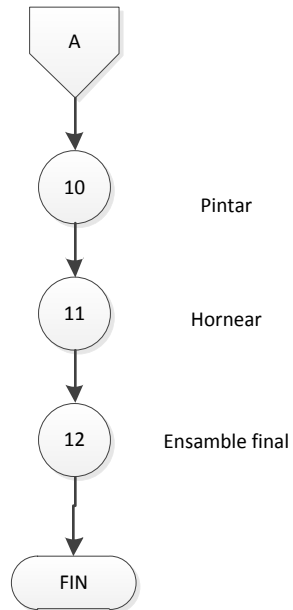
- **Horneado:** En esta sección las cocinas, la cámara de gas platinas y codos ya ensambladas son colocadas en el horno para que la pintura pueda adherirse al metal, mediante un secado lento a una temperatura de 55° C. para un uniforme y mejor acabado.
- **Ensamble final:** Esta sección se realiza el ensamble final utilizando piezas como: cámara de gas, perillas, inyectores, hornillas y parte frontal (plancha de acero inoxidable) para formar un producto final.

Actualmente realizan 15 pasos en el proceso productivo, con la propuesta se reducirá 3 pasos es decir el proceso productivo propuesto tendrá 12 pasos, el nuevo diagrama de operaciones del proceso propuesto (DOP) se muestra a continuación:



## DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO PROPUESTO

<b>Actividad:</b> Proceso productivo de fabricación de cocinas a gas de dos hornillas.	<b>Parte :</b> Proceso productivo total	<b>Fecha :</b> 22/12/2018
<b>Departamento :</b> Producción	<b>Operarios :</b> 3	<b>Hoja Nro. :</b> 2 de 2
<b>Tipo</b>   x   operario   x   Material   x   maquina		<b>Método:</b>   x   Actual     Propuesto



<b>LEYENDA</b>	
ALMACENAMIENTO	1
OPERACIÓN	12
INSPECCION	1
TRANSPORTE	1

#### **g) Shitzuke – Disciplina**

Con este último paso se busca lograr disciplina y un mayor compromiso con el desarrollo de las mejoras planteadas en cuanto a reducir los 4 defectos mencionados anteriormente. Para ello, se realizará una reunión mensual donde se expondrán diversos puntos como:

- Mostrar los principios de las 5´S para que siempre estén al conocimiento libre de todo el personal.
- Se mostrarán fotos del antes y después de diversos puestos y/o áreas para que vean de una forma más ilustrativa los cambios logrados.
- Objetivos de la implementación 5´S.
- Actividades a realizar para una implementación exitosa.
- Responsabilidad de los miembros del equipo.
- Indicadores de avance de 5´S.

#### **5.8.3.JIT**

Con la implementación de JIT se busca que los tiempos de producción sean disminuidos considerablemente, como las PYMES producen en pequeños lotes, es fácil de detectar los defectos en el proceso de producción. Con la identificación de los defectos que no generan valor se busca reducir y/o mitigar, a continuación se muestra una tabla 16 donde se mencionan los defectos que se busca mitigar con la implementación de la herramienta en mención:

Tabla 16 Defectos a solucionar con JIT

N°	DEFECTOS	HERRAMIENTAS	SECCIÓN
1	Transporte de materiales	JIT	Almacén
2	Toma de medidas repetitivas	JIT	Habilitado de materiales ,
7	Proceso inadecuado de soldadura	JIT	Pre-Ensamble
6	Armado de manera convencional	JIT	Pre ensamble
16	Falta de conocimiento de cantidad de material a usar para la fabricación de cocinas	JIT	Pre ensamble-Ensamble final
18	Falta de termómetro de temperatura	JIT	Horneado
21	Acabado con superficies cortantes	JIT	Ensamble final

*Fuente: Elaboración propia*

Es fundamental tener claro que la implementación debe ser impulsada por el más alto de los funcionarios de la PYME, en este caso el empleador. La implementación de JIT para la PYME se realizará desarrollando los siguientes puntos.

Capacitación del Personal: Para un mejor entendimiento y recepción de la metodología se debe capacitar al personal en conceptos básicos y principales de la metodología, este punto es parte fundamental en la implementación de la herramienta de lean manufacturing, dado que aquí se empieza a involucrar al personal sobre la importancia de la implementación, la capacitación abarcara puntos como:

- Primer taller: Conceptos generales del JIT y la manera adecuada de la implementación en la PYME
- Segundo taller: Objetivos del JIT y elementos principales de la implementación de JIT adecuadas para la PYME.
- Tercer Taller: Desarrollo de las ventajas que se obtendrán al implementar el JIT.

Para poder reforzar la información obtenida se deberá brindar folletos y realizar una evaluación en el tercer taller para poder analizar si se retuvo la información brindada en el personal.

Tabla 17 Cronograma de capacitación y difusión

Actividad / Semana	1	2	3	4
Difusión	x			
Primer Taller		x		
Segundo Taller			X	
Tercer Taller				X

*Fuente: Elaboración propia*



- Alcance de la herramienta: La herramienta estará enfocada en la mitigación de los defectos.
- Objetivo de la Herramienta: El objetivo de la PYME basado en los principios de la herramienta es Eliminar o reducir todos aquellos defectos que agregan costo al producto pero que no añaden valor
- Análisis de Valor Agregado: Se debe realizar un recorrido alrededor de la planta para evaluar el nivel de impacto al eliminar o reducir los defectos mencionados anteriormente, esta tabla 18 no solo abarcara los errores a eliminar con JIT sino también los errores a eliminar con 5'S (Anexo N° 3).

Tabla 18 Tabla de análisis de Valor Agregado

N° de actividad	Descripción de Actividades	Agrega Valor		Rango (1-10)
		SI	NO	

*Fuente: Elaboración Propia*

## 5.9. Puesta en Marcha del Plan

### 5.9.1.1er. Paso:

Se deberá seleccionar el proceso que se va estudiar en este caso será el PROCESO DE FABRICACION DE COCINAS A GAS DE DOS HORNILLAS, para conocer bien el proceso se desarrolló el DOP mostrado anteriormente, con la finalidad de poder identificar las operaciones y defectos que generan la demora.

### 5.9.2.2do. Paso:

Se identificó los siguientes defectos a mejorar con esta herramienta:

Tabla 19 Defectos a solucionar con JIT

N°	DEFECTOS	HERRAMIENTAS	SECCIÓN
1	Transporte de materiales	JIT	Almacén
2	Toma de medidas repetitivas	JIT	Habilitado de materiales ,
7	Proceso inadecuado de soldadura	JIT	Pre-Ensamble
6	Armado de manera convencional	JIT	Pre ensamble
16	Falta de conocimiento de cantidad de material a usar para la fabricación de cocinas	JIT	Pre ensamble-Ensamble final
18	Falta de termómetro de temperatura	JIT	Horneado
21	Acabado con superficies cortantes	JIT	Ensamble final

*Fuente: elaboración propia*

### 5.9.3.3er. Paso:

Ya identificados los defectos a solucionar, se procederá a desarrollar las soluciones para reducir estos defectos:

- **PRIMER DEFECTO – TRANSPORTE DE MATERIAL:** Se analizó que la causa fundamental de la demora de transporte de material es la distribución de planta para dar solución a ello nos basaremos el segundo enfoque de la herramienta que es orientar la mejora continua de las actividades de producción con el apoyo de técnicas de reducción de tiempos , mediante el SLP (PLANEACION SISTEMATICA DE LA DISTRIBUCION EN PLANTA) y mediante la distribución por producto se buscara la distribución de las secciones más óptima para el proceso con el fin de generar un menor recorrido al operador.

Tabla 20 Primer defecto a solucionar JIT

N°	DEFECTOS	HERRAMIENTAS	SECCIÓN
1	Transporte de materiales	JIT	Almacén

*Fuente: Elaboración propia*

El método SLP es el más aceptado y adecuado para la resolución de problemas de distribución en planta en base a criterios cualitativos, es aplicado para el diseño de todo tipo de distribuciones de plantas, y la distribución por producto nos ayudara a identificar la cantidad de secciones y/o áreas necesarias para cumplir con la demanda y así mejorar el proceso.



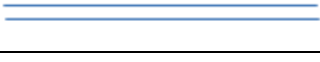
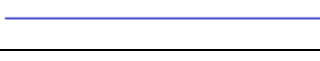


Esta herramienta se basa en los siguientes criterios, los cuales son los que mejor se adecuen a la PYME.

Tabla 21 Criterios de relación (Método SLP)

<b>CÓDIGO DE RAZONES</b>	
<b>Numero</b>	<b>Razón</b>
1	Por control
2	Por higiene
3	Por proceso
4	Por conveniencia
5	Por seguridad

*Fuente: elaboración propia*

Tabla 22 Orden de proximidad (Método SLP)

<b>Letra</b>	<b>Orden de proximidad</b>	<b>Valor en líneas</b>
A	Absolutamente necesaria	
E	Especialmente importante	
I	Importante	
O	Ordinaria normal	
U	Unimportant	
X	Indeseable	
XX	Muy indeseable	

*Fuente: elaboración propia*



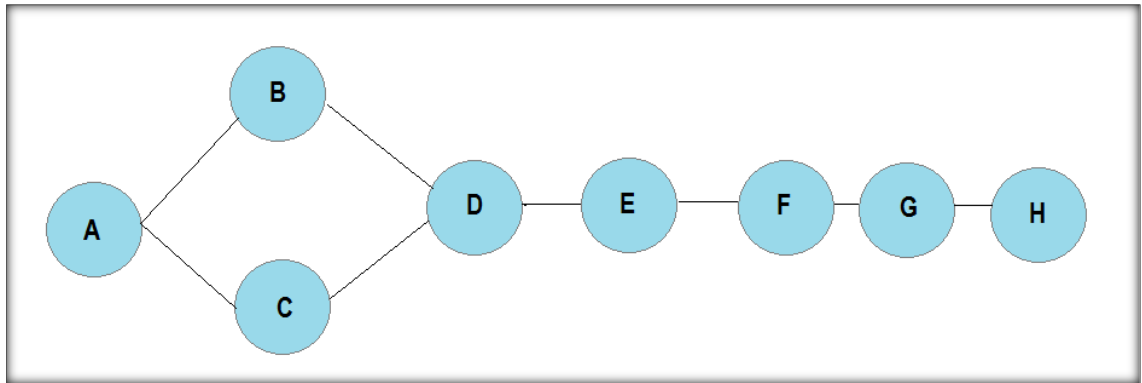
Tabla 23 Tareas predecesoras del proceso agrupadas en secciones

TAREA	PREDECESOR
A	----
B	A
C	A
D	B-C
E	D
F	E
G	F
H	G

*Fuente: Elaboración propia*

- **A (1): ALMACEN DE MATERIA PRIMA**  
Tareas: Almacenar materia prima, transportar materia prima.
- **B (2): HABILITADO DE PERFILES**  
Tareas: Habilitar soportes, habilitar varillas de fierro, habilitar uniones, habilitar platina, destajar soporte, habilitar codos, habilitar cámara de gas, unir de platina y codo.
- **C (3): HABILITADO DE PLANCHAS**  
Tareas: habilitar planchas laterales, habilitar de planchas frontales.
- **D (4): PRIMER ENSAMBLE**  
Tarea: Ensamblar piezas para la estructura inicial.
- **E (5): PRE ACABADO**  
Tarea: Blanquear estructura inicial.
- **F (6): PINTADO**  
Tarea: Pintar estructura inicial.
- **G (7): SECADO**  
Tarea: Colocar estructura inicial al horno
- **H (8): ENSAMBLE FINAL**  
Tarea: Ensamblar perillas, inyectores, hornillas a la estructura final.

Gráfico 16 Diagrama de precedencia de procesos



*Fuente: Elaboración propia*

### Fórmulas aplicadas

- Tasa de producción (r)

Cantidad de operadores: 01 operador

$$r = \frac{\text{UNIDADES POR DIA}}{\text{TIEMPO DE TRABAJO}}$$

$$r = \frac{4 \text{ unid/dia}}{08 \text{ horas}} = 0.5 \frac{\text{unid}}{\text{hora}}$$

- Tiempo de ciclo

Área productiva: 01 taller productivo

$$C = \frac{\text{TIEMPO DE PRODUCCION DIARIA}}{\text{PRODUCCION DIARIA}}$$

$$C = \frac{8h \cdot 3600 \text{seg}}{12 \text{ unid}} = 2\,400 \text{ seg/unid}$$

- Número mínimo de estaciones (Ne)

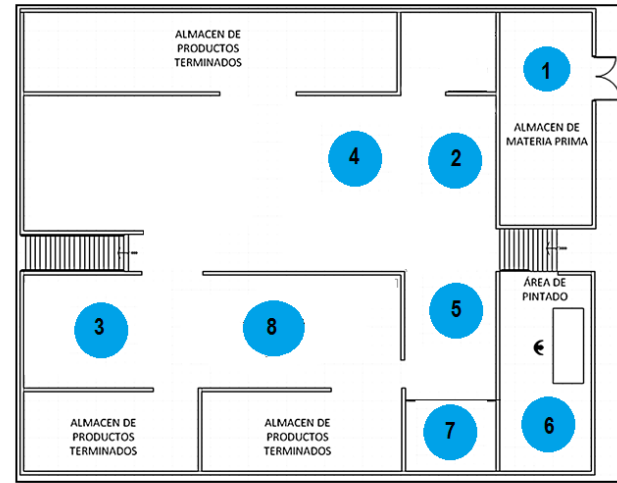
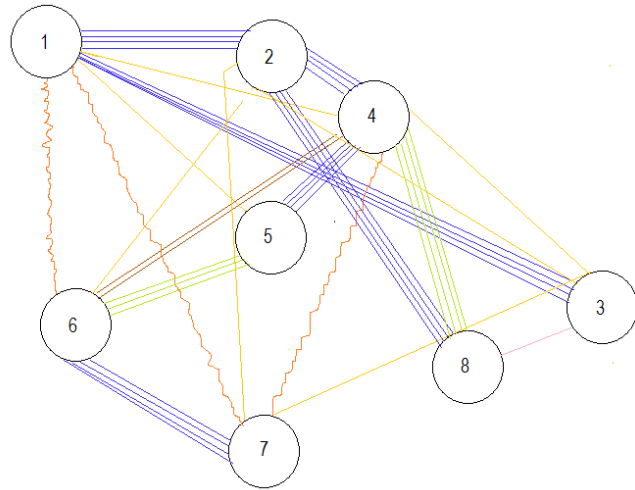
$$Ne = \frac{\text{takt time actual}}{\text{tiempo de ciclo}}$$

$$Ne = \frac{9302}{2400} = 3,87 = 4 \text{ estaciones}$$

Se obtuvo como resultado que el número de estaciones adecuado para el proceso productivo es de 4 áreas o secciones, teniendo en cuenta ello se analizará distintas alternativas:

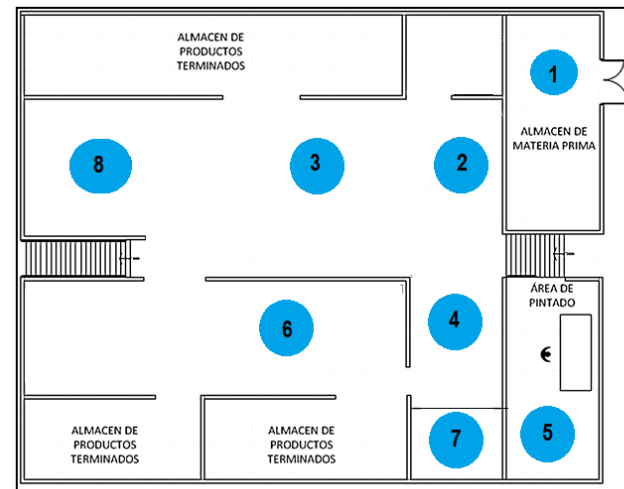
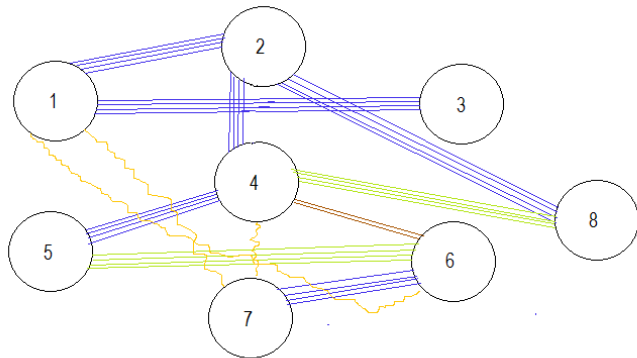


**a) Situación Actual**

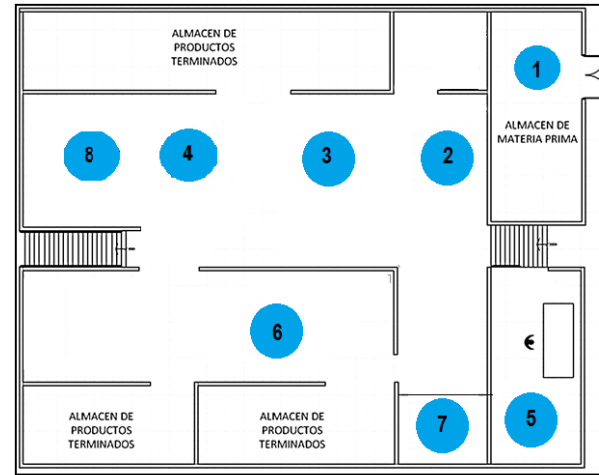
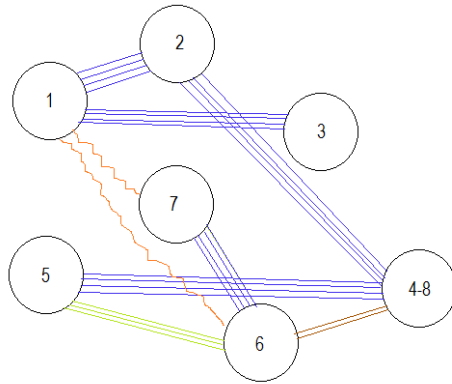


LEYENDA	
Nº	SECCION
1	Almacén de materia prima
2	Habilitado de perfiles
3	Habilitado de planchas
4	Primer ensamble
5	Pre acabado
6	Pintado
7	Secado
8	Ensamble final

**b) Alternativa N°1**

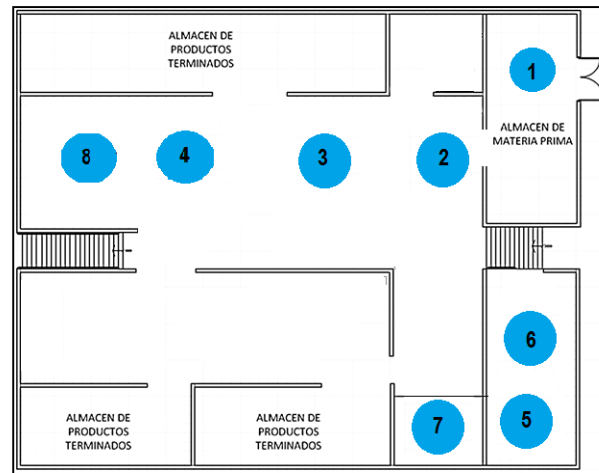
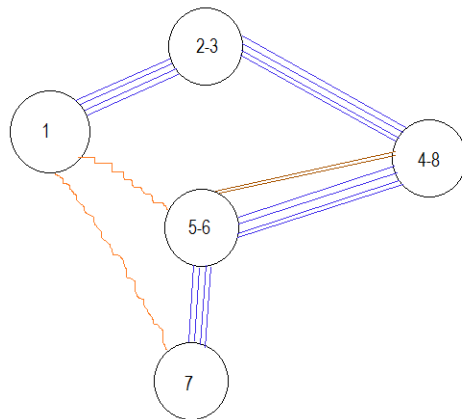


**c) Alternativa N°2**



LEYENDA	
N°	SECCIÓN
1	Almacén de materia prima
2	Habilitado de perfiles
3	Habilitado de planchas
4	Primer ensamble
5	Pre acabado
6	Pintado
7	Secado
8	Ensamble final

**d) Alternativa N°3**



Después de presentar las alternativas se procede a evaluar cuál es la más adecuada, para ello se establece diferentes criterios de evaluación (eficacia del recorrido de materiales, comunicación entre proceso, facilidad de traslado entre áreas, zona de traslado despejada, facilidad de control y supervisión), el peso de cada criterio será dado por el empleador en un rango de 1-5 (el nivel de importancia de cada criterio) donde 5 es muy importante 4 importante 3 muy relevante 2 relevante 1 sin importancia, luego de ello se evaluará cada alternativa según se muestra en la tabla 24, así mismo se tendrá en cuenta todas las condiciones cumplidas según los métodos desarrollados en la presente investigación y las restricciones establecidas por el empleador.

Tabla 24 Rango de evaluación

<b>SIGNIFICADO</b>	<b>PUNTAJE</b>
Casi perfecto	4
Especialmente bueno	3
Buenos resultados obtenidos	2
Resultados ordinarios	1
Resultados sin importancia	0

*Fuente elaboración propia*

Tabla 25 Restricciones y condiciones para desarrollar el método SLP y método de distribución por producto

<b>N°</b>	<b>CONDICIONES SLP</b>
1	Almacén de materia prima absolutamente necesaria cerca de habilitado de perfiles.
2	Almacén de materia prima absolutamente necesaria cerca de habilitado de planchas.
3	Almacén de materia indeseablemente cerca de la sección de pintado.
4	Almacén de materia indeseablemente cerca de la sección de secado.
5	Habilitado de perfiles absolutamente necesarios cerca de primer ensamble.
6	Habilitado de perfiles absolutamente necesaria cerca de ensamble final.
7	Primer ensamble absolutamente necesaria cerca de pre-acabado.
8	Primer ensamble especialmente importante cerca de ensamble final.
9	Pre-acabado especialmente importante cerca de la sección de pintado.
10	Sección de pintado absolutamente necesaria cerca de sección de secado.
11	Sección de pintado importante cerca de primer ensamble.
12	Sección de secado indeseable cerca de primer ensamble.
<b>N°</b>	<b>CONDICIONES D.P</b>
1	04 secciones requeridas.
<b>N°</b>	<b>RESTRICCIONES</b>
1	El área de secado -horno es inamovible.
2	El área de almacén es inamovible.

*Fuente: elaboración propia*

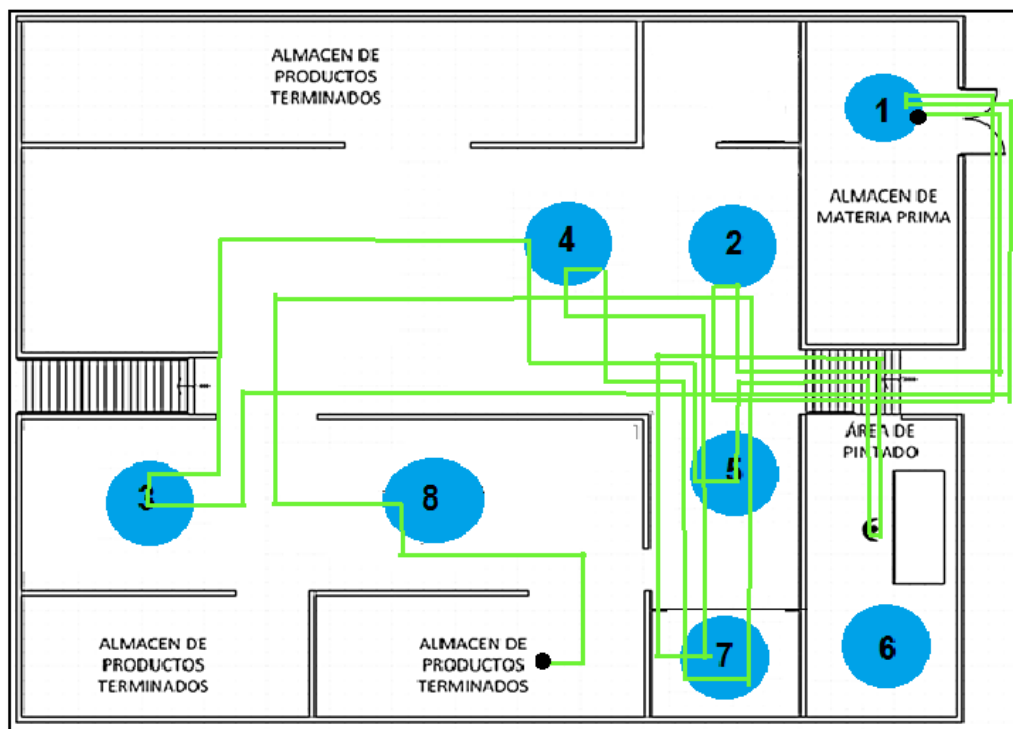
Tabla 26 Evaluación de alternativas de la distribución de planta

FACTORES	PESO (i)	ALTERNATIVA 1			ALTERNATIVA 2			ALTERNATIVA 3		
		CALIFICACION	SUB TOTAL	CONDICIONES NO CUMPLIDAS	CALIFICACION	SUB TOTAL	CONDICIONES NO CUMPLIDAS	CALIFICACION	SUB TOTAL	CONDICIONES NO CUMPLIDAS
Eficacia del recorrido de materiales	5	3	15	4	3	15	2	4	20	1
Facilidad de control y supervisión	4	3	12		3	12		3	12	
Zona de traslado despejada	3	2	6		2	6		4	12	
Comunicación entre proceso	4	3	12		3	12		3	12	
Facilidad de traslado entre áreas	3	2	6		3	9		4	12	
		Total	51	Total		54	Total		68	

Fuente: elaboración propia

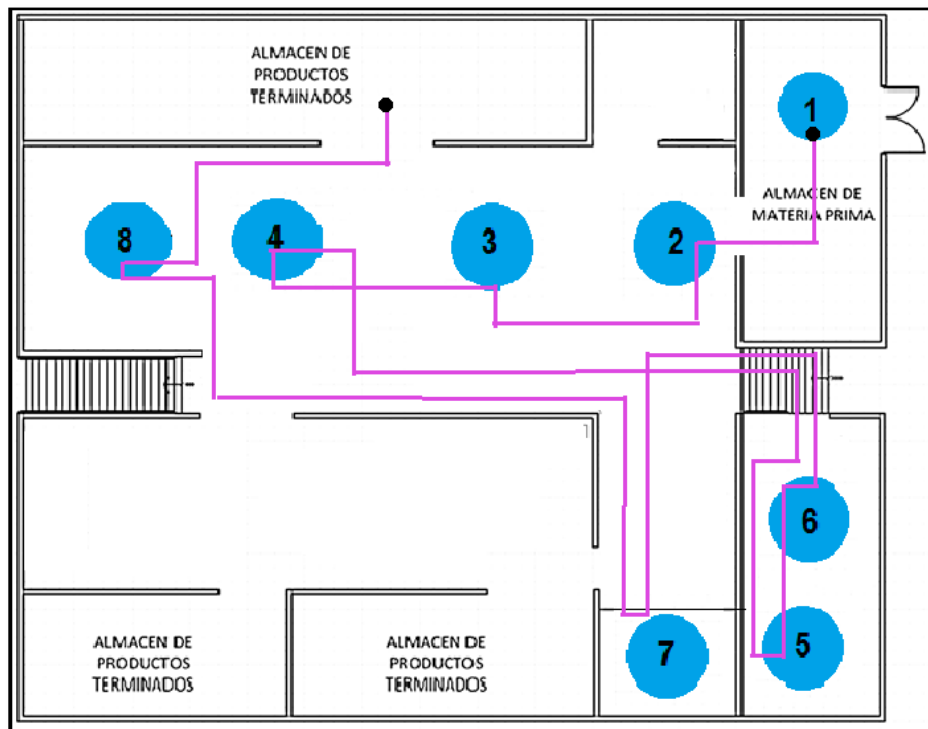
Después de la evaluación en conjunto con el empleador se puede concluir que la mejor alternativa es la N°3, cumple con la mayoría de condiciones y además se acerca al número de áreas y/o secciones requeridas según el método de distribución por proceso, para poder tener un panorama más amplio de la mejora se mostrara a continuación el recorrido actual y el recorrido de la alternativa propuesta.

Gráfico 17 Recorrido Actual



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 18 Recorrido Propuesta

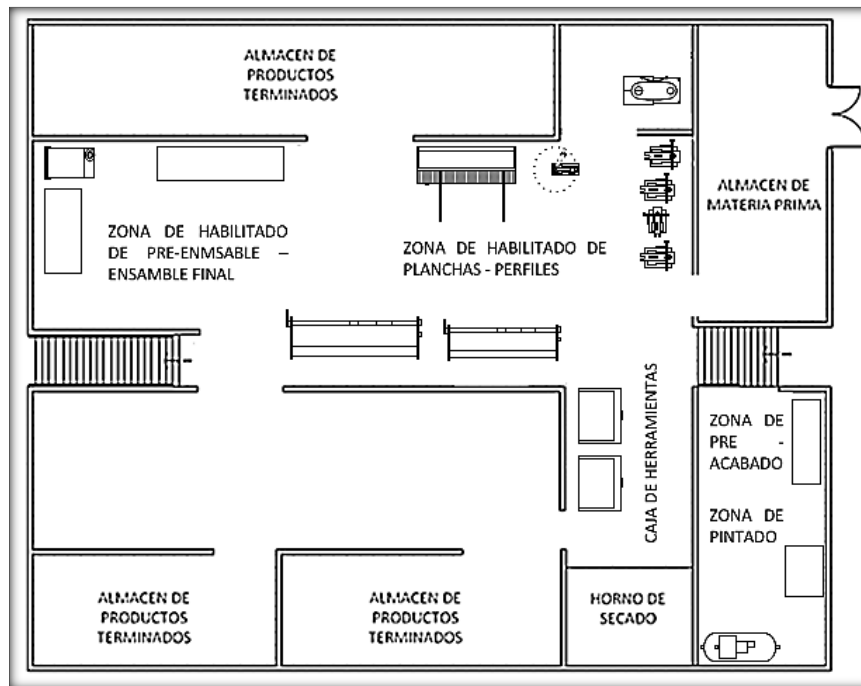


*Fuente: Elaboración Propia*

**e) Layout de nueva alternativa propuesta**

Teniendo en cuenta la nueva alternativa se propone el siguiente layout mostrado en el gráfico 19 para la PYME, la nueva propuesta generara un recorrido total de 55 metros, distancia obtenida gracias a que se realizó una simulación con un operario, que siguió el recorrido propuesto, rigiéndose a lo establecido por la propuesta.

Gráfico 19 Layout Propuesto



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27 Distancia total de recorrido propuesto

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (METROS)
1	2	5.5
2	3	4
3	4	4
4	5	17.5
5	6	4
6	7	8
7	8	12
<b>TOTAL DISTANCIA</b>		<b>55</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 5.9.4. 4to Paso:

Se generará el primer enfoque del Just in time denominado stock cero, para ello se pudo identificar los siguientes defectos:



Tabla 28 Defectos a solucionar con JIT

N°	DEFECTO	HERRAMIENTA	AREA
16	Falta de conocimiento de cantidad de material a usar para la fabricación de cocinas	JIT	Pre ensamble- Ensamble final
2	Toma de medidas repetitivas	JIT	Habilitado de materiales

*Fuente: Elaboración propia*

Se observó que:

- La falta de conocimiento en cuanto a la materia prima es causada por que no se tiene la cantidad exacta requerida para cumplir con la demanda, por lo que se ocasiona sobre stock y en otro caso no se abastece con la materia prima suficiente.
- La toma de medidas repetitivas es generada a causa de que no se cuenta con planos de sus productos donde se reflejen las medidas y dimensiones adecuadas.

Para solucionar este problema se les brindará a los operarios un plano estructural: cocina metálica de dos hornillas (Gráfico 20), donde se reflejará las medidas y ángulos estándares, así como las cantidades necesarias de materia prima para cumplir con la demanda (Tabla 29 ,29.1, 29.2, 29.3), estas dimensiones serán estandarizadas con un margen de error de  $\pm 2$  mm. Como se muestra a continuación:

Tabla 29 Cantidad de materia prima a usar

<b>Varillas</b>			
<b>1 Cocina</b>	<b>Tipo</b>	<b>72 Cocina</b>	<b>Unidad</b>
1120 mm.	Angulo 3/4 " x 1.8 mm.	13.44 unid.	14
970 mm.	FE Cuadrado 3/8 " mm.	11.64 unid.	12
290 mm.	Platina de 3/8 " x 1/8 mm.	3.48 unid.	4
350 mm.	Tubo redondo 1" x 1.2 mm.	4.08 unid.	5
480 mm.	Tubo cuadrado 1/2 " x 0.9 mm.	5.76 unid.	6

*Fuente: Elaboración Propia*

Tabla 29.1 Cantidad de materia prima a usar

<b>Plancha</b>		
<b>1 Cocina</b>	<b>Tipo</b>	<b>72 cocinas</b>
240 x 155 mm.	Plancha 1.2 x 1.4 m. X 1 mm	2 planchas
140x455 mm.	Plancha inox. 1.2 x 1.4 m. X 1 mm	1.5 planchas

*Fuente: Elaboración Propia*

Tabla 29.2 Cantidad de materia prima a usar

<b>Accesorios</b>		
<b>1 Cocina</b>	<b>Descripción</b>	<b>72 Cocinas</b>
2	Reguladores – manijas	144 unid.
2	Válvulas	144 unid.
2	Tornillos	144 unid.
2	Tornillos	144 unid.
2	Volanda	144 unid.
2	Tuercas	144 unid.

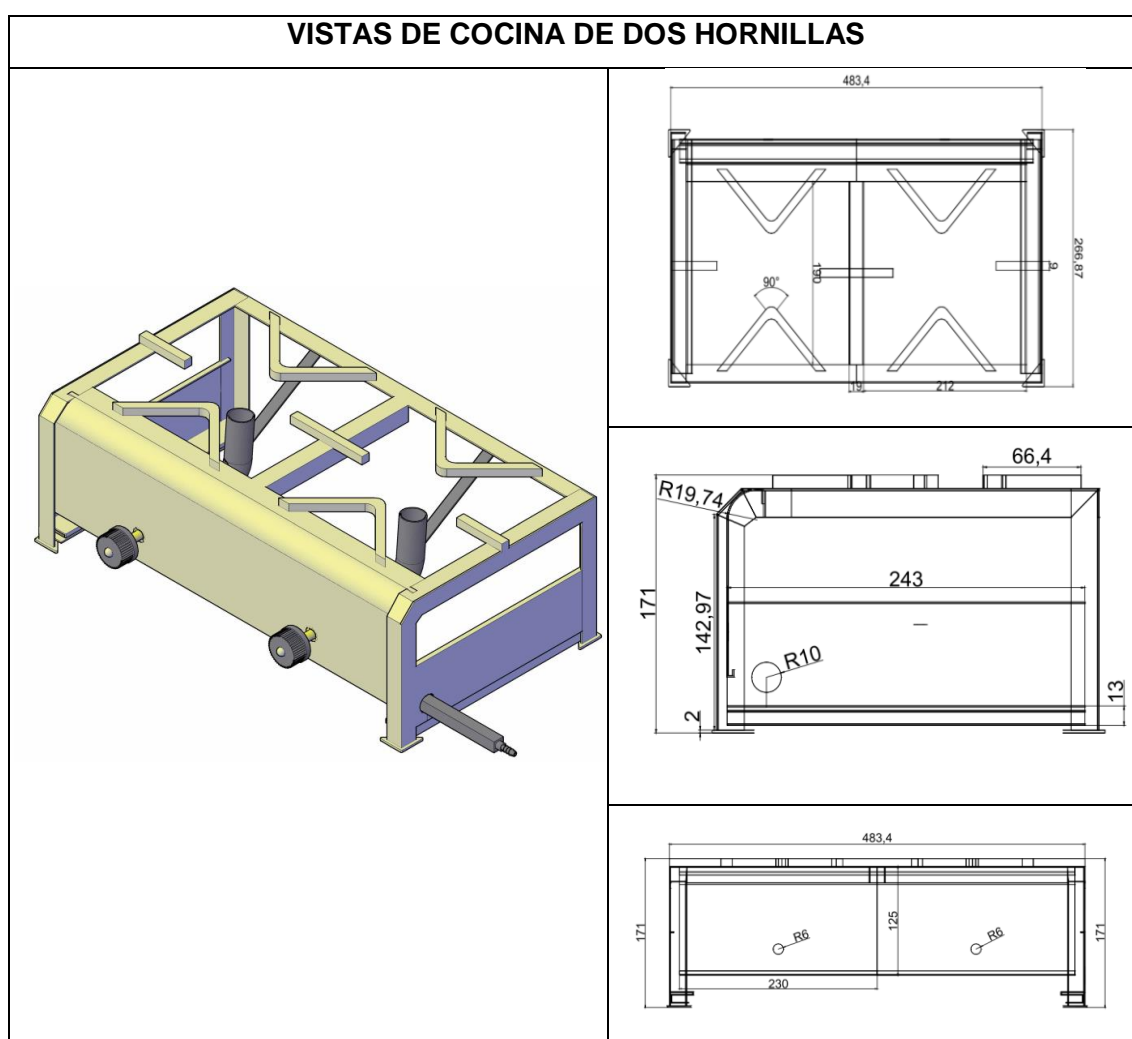
*Fuente: Elaboración Propia*

Tabla 29.3 Cantidad de materia prima a usar

Accesorios		
1 Cocina	Descripción	72 Cocinas
0.028 kg	Soldadura E 6011 - 1/8 "	2.016 kg
0.028 kg	Pintura	2.016 kg
0.0096 kg	Detergente industrial	0.750kg

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 205 Plano de cocina de dos hornillas



Fuente: Elaboración Propia

Esta información será brindada a los operadores a través de folletos de las cuales cada uno se hará responsable, además se contará en el área de trabajo con un plano habilitado con el fin de que pueda ser visto por todos los operadores.

**5.9.5.5to Paso:**

Se dará solución al siguiente defecto:

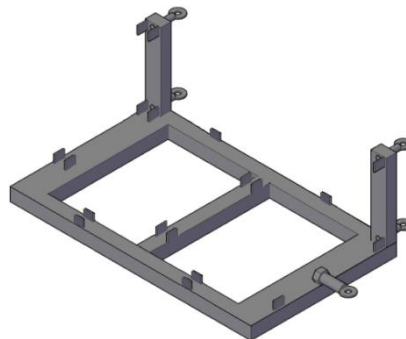
Tabla 30 Defectos solucionar con JIT

N°	DEFECTO	HERRAMIENTAS	SECCIÓN
6	Armado de manera convencional	JIT	Pre ensamble

*Fuente: Elaboración Propia*

Se propone el uso de un prototipo para el armado convencional , el cual cumple la función de reducir el tiempo de armado ya que cuenta con soporte y topes que permiten colocar las piezas como un rompecabezas, lo cual hará que el proceso de armado sea estándar, así se elimina el uso de herramientas, la toma de medidas repetitivas, la variación de ángulos y medidas, en el capítulo de resultados se analiza el tiempo que se reducirá con el prototipo propuesto, a continuación se muestra el diseño del prototipo en el gráfico 21.

Gráfico 21 Prototipo de mejora para el armado (ensamble inicial)



*Fuente: Elaboración propia*

### 5.9.6.6to Paso:

Los defectos restantes a solucionar son los que a continuación se muestran en la tabla 31. Que con adiciones de proceso, adquisiciones y cambios de herramientas y equipos estos pueden reducirse o eliminarse.

Tabla 31 Defectos a solucionar con JIT

N°	DEFECTOS	HERRAMIENTAS	SECCIÓN
7	Proceso inadecuado de soldadura	JIT	Pre-Ensamble
18	Falta de termómetro de temperatura	JIT	Pre ensamble
21	Acabado con superficies cortantes	JIT	Ensamble final

*Fuente: Elaboración Propia*

#### - **Proceso Inadecuado de Soldadura**

Actualmente la PYME emplea el proceso de soldadura SMAW el cual requiere:

- Habilidad por parte del operador para tener un adecuado acabado.
- Se requiere mayor empleo de tiempo en cuanto al encendido para poder aplicar una adecuada unión de las diferentes partes que conforman una cocina de dos hornillas.
- Los humos dificultan el control del proceso.
- Es un proceso lento, debido a la baja tasa de deposición y a la necesidad de retirar la escoria.
- Proceso sucio ya que produce grandes cantidades de escoria por la salpicadura, las cuales deben ser removidas constantemente durante todo el proceso de soldadura.

- El rango de velocidad que comparado con otros procesos es muy bajo.
- Acabado no adecuado para un producto de línea blanca.

La propuesta de solución es proceso GMAW por las siguientes razones:

- Velocidades de deposición superiores a las de SMAW.
- Ausencia de escoria.
- Mayor velocidad de deposición y eficiencia.
- Se requiere mínima limpieza post soldadura por menos salpicaduras.
- Poca habilidad por parte del soldador.
- Acabado adecuado para un producto de línea blanca.

Siendo estas ventajas las que hacen que este sea un proceso ideal para aplicaciones de soldadura en alto volumen de producción para la PYME.

Gráfico 22 Máquina de Soldar GMAW (Referencial)



*Fuente: Catálogo Telwin*

- **Falta de Termómetro de Temperatura**

Actualmente en el proceso de pintado se emplea la pintura en polvo, también denominado recubrimientos en polvo, es un tipo de pintura de recubrimiento industrial en forma de polvo que es 100% sólido. Después de su aplicación debe ser sometido a calentamiento para que el polvo se funda sobre la cocina.

El problema fundamental en este proceso es que en la PYME cuenta con un horno convencional que no tiene un termómetro de temperatura, a causa de ello el tiempo que se encuentra la cocina dentro del horno es de 40 minutos, tiempo tanteado por los operadores, que ocasionan imperfecciones en la cocina como:

- Porosidad en la estructura.
- Color de homogéneo.
- Pintura quemada.
- Secciones de la cocina donde no se funde la pintura.

La solución adecuada para este problema es el colocar un termómetro de temperatura y dar a conocer el uso adecuado de la pintura en polvo ya que el punto de fusión suele ser de unos 60°C a 100°C, así mismo la temperatura de polimerizado suele ser de unos 180°C-200°C. Este proceso se realiza durante un tiempo determinado de 10 minutos – 20 minutos como máximo. Con la implementación de un termómetro de temperatura el tiempo a reducir será 20 minutos.

Gráfico 6 Termómetro referencial



*Fuente: Catalogo Gesa*

- **ACABADO CON SUPERFICIES CORTANTES**

El ultimo problema a solucionar con JIT, será el acabado con superficies cortantes el cual se solucionara a través de una inspección en el proceso de pre ensamble, para este se destinara un tiempo de 5 minutos donde se realizara con un Check list, para así no generar reprocesó en el ensamble final.



Gráfico 24 Check List

USUARIO: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

PUNTOS A VERIFICAR	CORRECTO	INCORRECTO	ACCIONES A TOMAR EN CASO DE SER "INCORRECTO"
--------------------	----------	------------	--

ID	1.0 ELEMENTOS A INPECCIONAR	C	I
1.1	Parrilla		
1.2	Soportes		
1.3	Planchas laterales		
1.4	Planchas frontales		
1.5	Union de soldadura		
1.6	Remaches		
<b>1.7 ACCIONES A TOMAR EN CASO DE SER "INCORRECTO"</b>			
1.8			

*Fuente: Elaboración propia*

Con la implementación de las 5'S y JIT se está dando hincapié a solucionar los defectos críticos, estos reflejaron que las áreas que mayor problema representan en la PYME son pre-ensamble , habilitado , ensamble final , horneado ; sin embargo no son las únicas áreas que se está solucionando ya que con nuestra propuesta de mejorar se está tocando todas las áreas , las ya mencionadas son las que mayor importancia tienen y en los que se debe realizar un mayor esfuerzo para que las herramientas de lean manufacturing cumplan con mejorar el proceso productivo.

Tabla 32 Secciones a solucionar

SECCION
Almacén
Habilitado de perfiles
Habilitado de planchas
Ensamble inicial
Ensamble final
Pre-acabado
Pintado
Secado-Horno

*Fuente: Elaboración propia*

## CAPITULO 6

### RESULTADOS

#### 6.1. Análisis de Tiempo

El tiempo de ciclo actual de la PYME es de **2h 35min 00s**, tiempo que no es adecuado para cumplir la demanda de 72 unidades de cocinas en el tiempo esperado (01 semana), ya que después de hallar el tatk time nos dio como resultado que el tiempo adecuado debería ser de 2h 00min 00s. Entonces según lo obtenido actualmente la PYME tiene un déficit de 00h 35min 00s, según se muestra en la tabla 33.

$$\mathbf{Takt\ Time} = \frac{\mathit{Tiempo\ disponible}}{\mathit{unidades\ demandadas}}$$
$$\mathbf{Takt\ Time} = \frac{480\ \mathit{min.}}{4\ \mathit{und.}} = 120\ \frac{\mathit{min.}}{\mathit{unid.}} = 2\ \frac{\mathit{h}}{\mathit{unid.}}$$

Tabla 33 Comparación de Takt Time

TAKT TIME ACTUAL	TAKT TIME ADECUADO
2h 35min 00s	2h 00min 00s

*Fuente: Elaboración propia*

Se realizó una comparación para saber en cuanto tiempo se produce el lote de 72 cocinas en ambos tiempos: Tiempo actual de producción de la PYME y Tiempo obtenido (Takt time).

La comparación mencionada en el párrafo anterior se puede visualizar en el Anexo N° 4; lo que refleja que con el tiempo de ciclo actual se necesita de 7.5 días para cumplir con la demanda, lo que genera mayor costo por el tiempo de producción, reduciendo así las utilidades de la PYME.

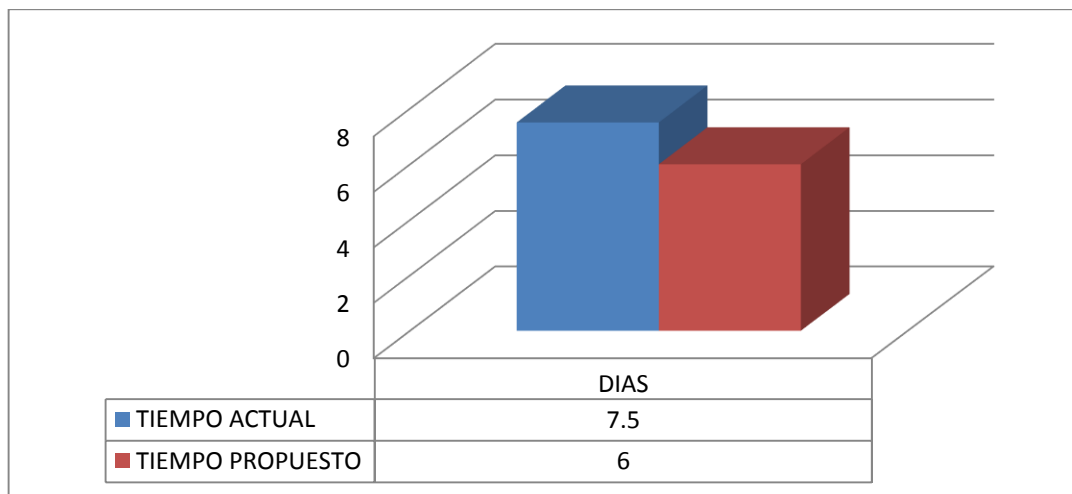
Y en el caso de que se llegue a producir en 2h 00min 00s, se necesitará de 6 días para cumplir con la demanda, lo que a diferencia del proceso actual se reducirá los costos de producción, incrementando sus utilidades (Tabla 34).

Tabla 34 Comparación de tiempos de producción

Días	Tiempo de producción actual (2h 35min 00s)								Tiempo de producción Takt Time (2h 00min 00s)					
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°(1/2)	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Cantidad producida	9.48	9.48	9.48	9.48	9.48	9.48	9.48	6	12	12	12	12	12	12
Total cocinas	72.36 unidades								72 unidades					

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 25 Comparación de tiempos



Fuente: Elaboración propia

Con los resultados obtenidos se demuestra que es necesaria la implementación de 5's y JIT, porque actualmente no se cumple con la demanda en el tiempo estimado, provocando que las utilidades de la PYME sean menores a los que esperan obtener.

#### 6.1.1. Pasos de Fabricación – Recorrido

La cantidad actual para la fabricación de 01 unidad de cocina; es de 15 pasos y un recorrido actual de 74.5 metros en todas las secciones durante el ciclo del proceso productivo.

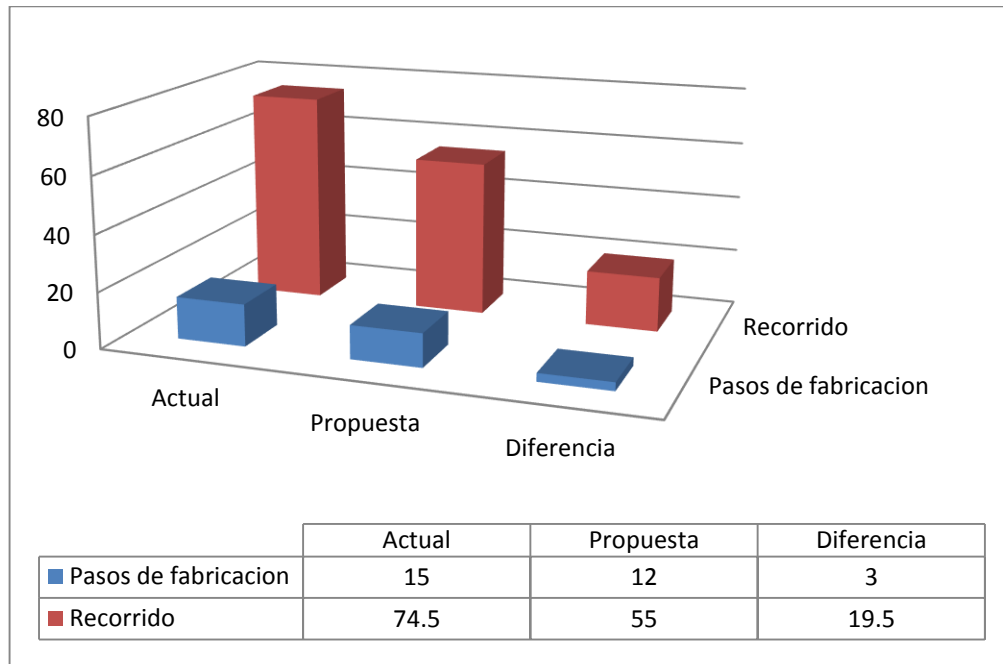
Mediante la reducción y /o eliminación de los defectos críticos se busca fusionar algunos pasos por la semejanza que estos tienen, y de esta manera se puede reducir el recorrido en 55 metros y el número de pasos en 12 lo que genera un menor ciclo de tiempo de fabricación como se muestra en la tabla 35.

Tabla 35 Pasos y recorrido de fabricación actual vs propuesto

	<b>Pasos de fabricación</b>	<b>Recorrido (m.)</b>
<b>Actual</b>	15	74.5
<b>Propuesta</b>	12	55

*Fuente: Elaboración propia*

Gráfico 26 Pasos de fabricación



*Fuente: Elaboración propia*

El gráfico 26 muestra una diferencia de 3 pasos reducidos para el ciclo de fabricación de 01 unidad de cocina, A si mismo presenta la diferencia de 19.5 metros en cuanto al recorrido para la fabricación. Lo que demuestra que con la reducción de los defectos críticos la propuesta es más atractiva para el proceso de fabricación ya que se muestran reducciones en cuantos a estos aspectos.

### 6.1.2. Porcentaje del proceso productivo

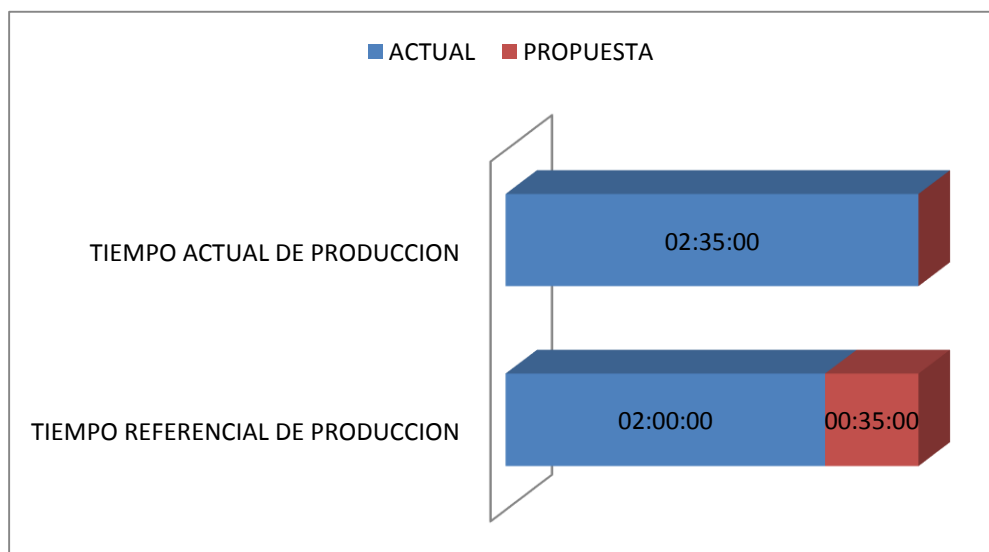
El tiempo de ciclo actual para la fabricación de 01 unidad de cocina es de 02h 35min 00s, mediante la reducción y/o eliminación de los defectos críticos se busca minimizar este tiempo de ciclo de fabricación en 02h 00min 00s una reducción de 00h 35min 00s que representa un 22.58% en comparación al tiempo actual.

Tabla 36 Tiempo de fabricación actual vs propuesto

	Tiempo de fabricación	
<b>Actual</b>	02h: 35 min:00s	
<b>Propuesta</b>	02h: 00min:00s	<b>Porcentaje</b>
<b>Diferencia</b>	00h:35min:00s	22.58%

*Fuente: Elaboración propia*

Gráfico 27 Tiempo de producción reducir



*Fuente: Elaboración propia*

El Gráfico 27 muestra el tiempo que se busca reducir que es de 02h 00 min 00s lo cual tiene una diferencia de 00 h 35min 00s que representa un 22.58% de reducción de tiempo en comparación del tiempo actual de producción de 02h 35min 00s.

Según lo evaluado anteriormente nos enfocamos en la reducción del tiempo de producción, como se desarrolló en la metodología la implementación de las 5's y JIT está basado en la eliminación y/o reducción de los 11 defectos críticos, a continuación, se muestra el tiempo innecesario invertido (tabla 37 y 38) en los 11 defectos críticos, tiempos obtenidos por encuestas y toma de tiempos (Anexo N° 5).

Tabla 37 Tiempo perdido por defectos (5'S)

N°	DEFECTOS	Min (1 cocina )	Min (Lote 72 cocinas )	Hora (Lote 72 cocinas)
3	Herramientas empleadas defectuosas (6-12-16-24-27)	4	288	4.48
5	Búsqueda de herramientas	3	216	3.36
8	Área de ensamble no despejada	4	288	4.48
9	Demora en la identificación de piezas	1.5	108	1.48

*Fuente: Elaboración propia*

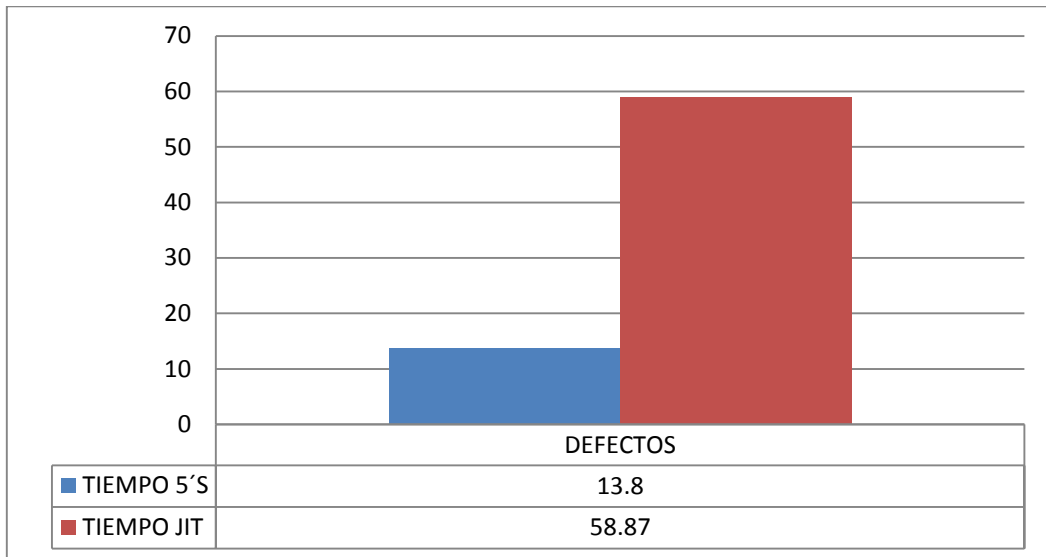
Tabla 38 Tiempo perdido por defectos (JIT)

N°	DEFECTOS	Min (1 cocina )	Min (Lote 72 cocinas )	Hora (Lote 72 cocinas )
2	Toma de medidas repetitivas	10.37	747	12.27
1	Transporte de material	8.40	605	10.05
7	Proceso inadecuado de soldadura	14.19	1022	17.02
6	Armado de manera convencional	10.00	720	12.00
21	Acabado con superficies cortantes	3.00	216	3.36
16	Falta de conocimiento de materia prima a emplear (1 cocina)	3.20	230	3.50
18	Falta de termómetro de temperatura	20.00	40	0.67

*Fuente: Elaboración propia*



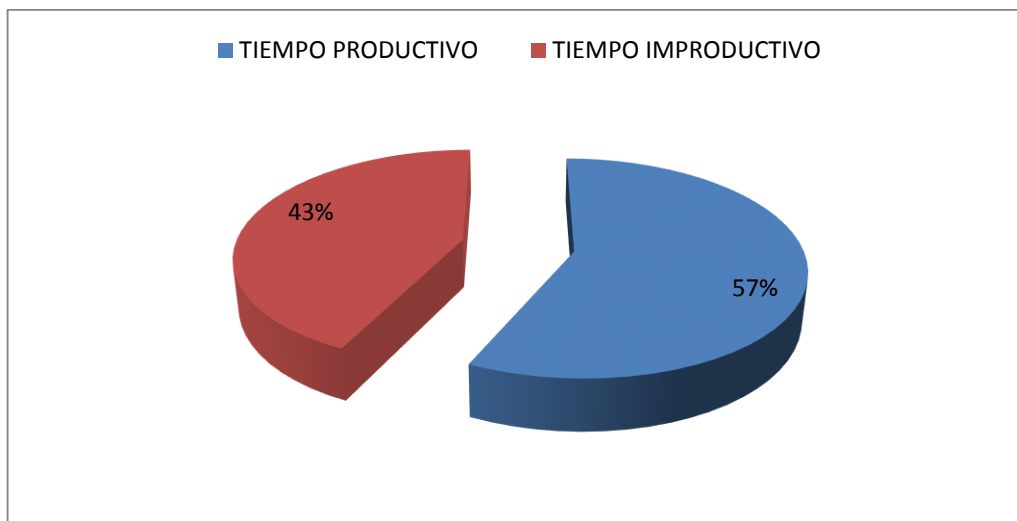
Gráfico 28 Horas Improductivas



*Fuente: Elaboración Propia*

El gráfico 28 muestra las horas improductivas por un total 72.67 h, horas causadas por el tiempo invertido en la incidencia de defectos (11 defectos críticos).

Gráfico 29 Porcentaje de comparación de tiempos



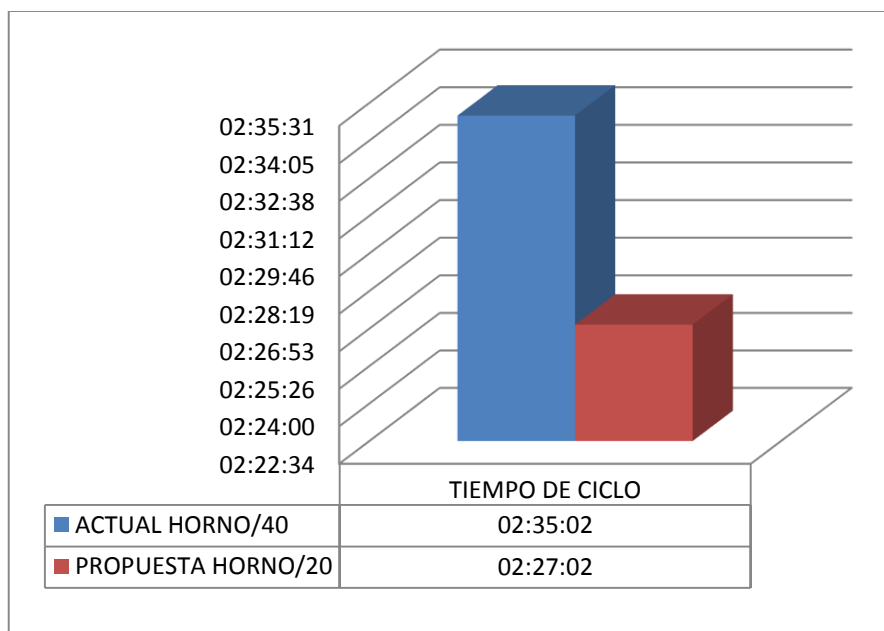
*Fuente Elaboración: Propia*

El total de tiempo de producción es de 169.20 h (72 unid. cocinas), de las cuales el 43% corresponde a las 72.67 h improductivas, este porcentaje de tiempo improductivo se busca reducir con la eliminación y/o reducción de los 11 defectos ya mencionados anteriormente.

### 6.1.3. Tiempo de Ciclo

El tiempo de ciclo actual es de 2h 35min 00s para la fabricación de 01 unidad de cocina ; para hallar el nuevo tiempo de ciclo es fundamental eliminar primero el defecto identificado en el proceso de horneado teniendo en cuenta que la solución planteada es implementar un termómetro de temperatura , el cual reduciría 20 minutos el proceso de horneado, tiempo que no afecta directamente al tiempo de ciclo del proceso sino al tiempo de ocio , reduciendo así 8 minutos al tiempo de ciclo actual; dando con ello un tiempo de ciclo de 2h 27min 00s (Anexo N°6 ) , tiempo en el cual nos basaremos para reducir el tiempo de los defectos a solucionar.

Gráfico 30 7 Comparación de Tiempos



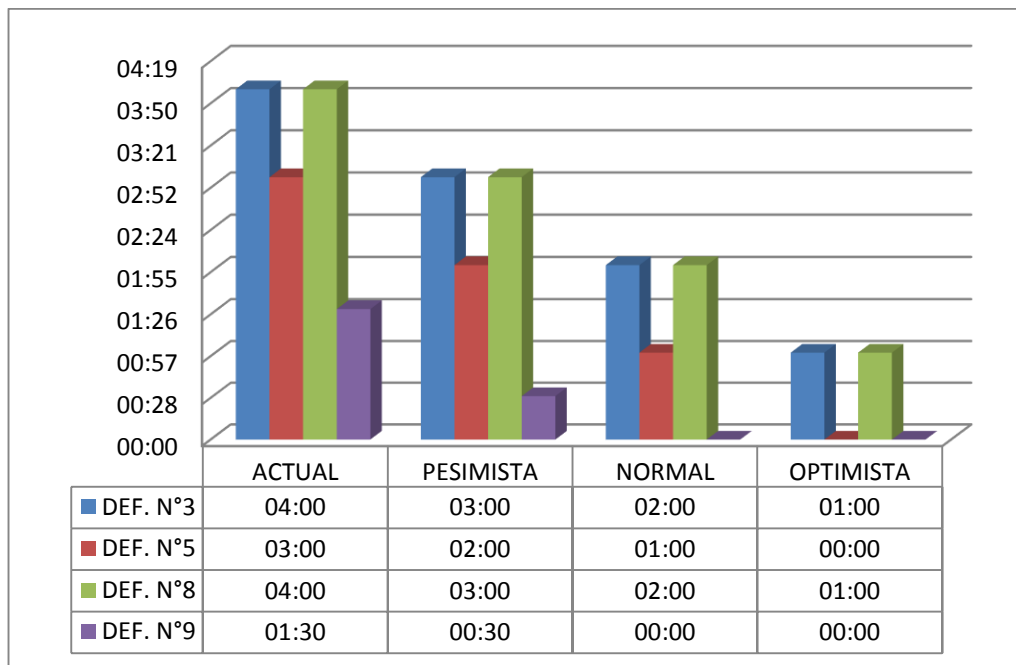
*Fuente: Elaboración Propia*

La diferencia es de 8:00 minutos por cocina, tiempo que es significativo para la producción de 72 cocinas.

En base a este nuevo tiempo de ciclo se desarrolló diferentes panoramas en cuanto a la implementación de las herramientas de lean manufacturing, el pesimista, normal y optimista (Anexo N°7), los resultados se muestran a continuación.

**A. 5'S**

Gráfico 81 Comparación de panoramas (5'S)



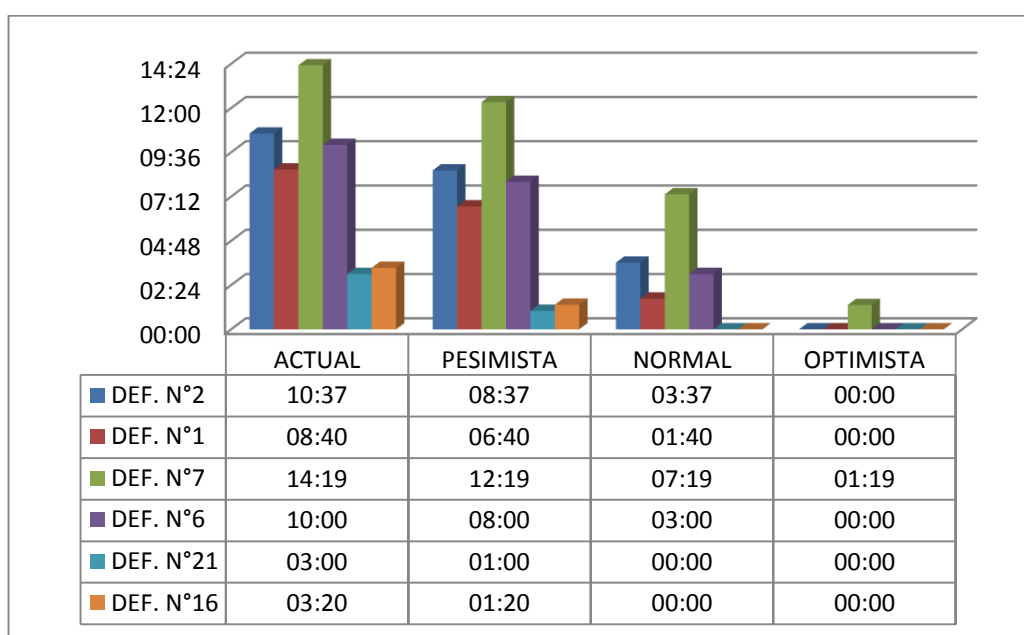
*Fuente: Elaboración propia*

El Gráfico 31, refleja los 3 escenarios posibles que se puede presentar al implementar la herramienta de lean manufacturing 5's, para eliminar y/o reducir la incidencia de los 4 defectos en los cuales estamos enfocando las 5's.

En el escenario optimista el tiempo que se lograra reducir será de 3 minutos por defecto, en el escenario normal el tiempo que se lograra reducir será de 2 minutos por defecto y en el escenario pesimista el tiempo a reducir será de 1 minuto por defecto.

## B. JIT

Gráfico 32 Comparación de panoramas JIT



*Fuente: Elaboración Propia*

El Gráfico 32, refleja los 3 escenarios posibles que se puede presentar al implementar la herramienta de lean manufacturing JIT, para eliminar y/o reducir la incidencia de los 6 defectos en los cuales estamos enfocando JIT.

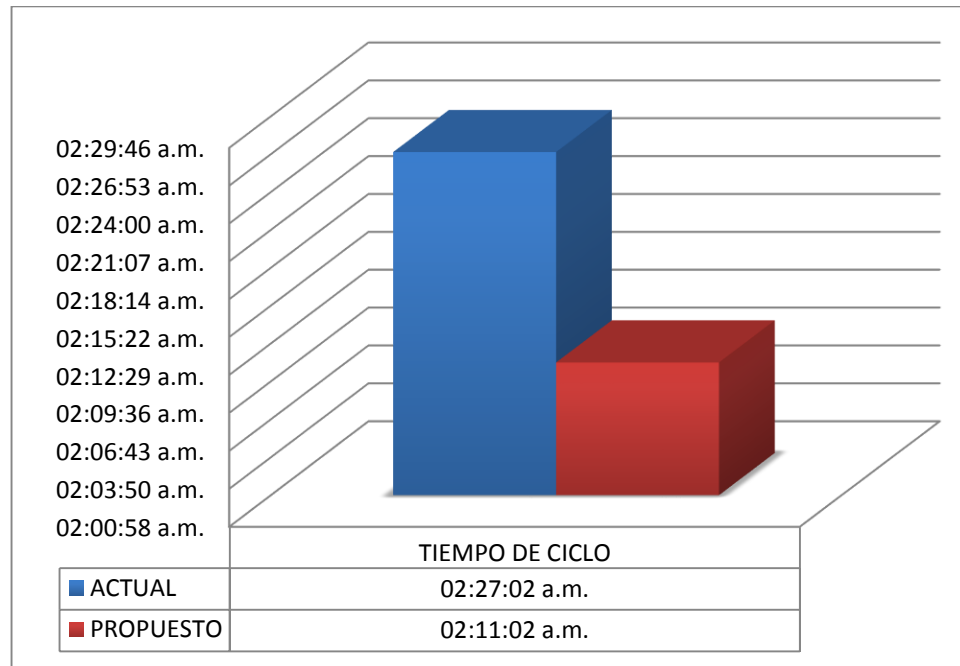
En el escenario optimista el tiempo que se lograra reducir será de 13 minutos por defecto, en el escenario normal el tiempo que se lograra reducir será de 7 minutos por defecto y en el escenario pesimista el tiempo a reducir será de 2 minutos por defecto.

Teniendo en cuenta el tiempo de ciclo actual de 2h 27min 02s y los diferentes escenarios se procederá hallar el tiempo de ciclo en los diferentes panoramas.

**a) Escenario Pesimista**

En el escenario pesimista con la implementación de las 5'S y JIT el tiempo a reducir será de 16 minutos, dando como resultado que nos dará un tiempo de ciclo de 2h 11min 00s, como se muestra en el Gráfico 33.

Gráfico 33 Escenario pesimista



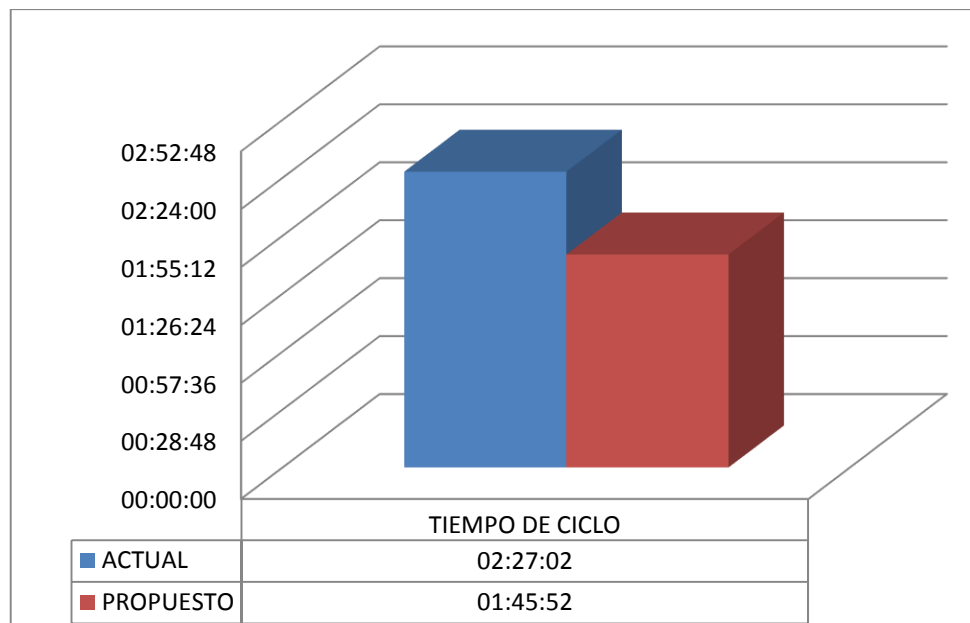
*Fuente: elaboración propia*

Con el escenario pesimista no se llega a cumplir el tiempo esperado de producción por cocina de 2h 00min 00s según lo recomendado por Takt Time, lo cual es un panorama no favorable para la PYME.

### b) Escenario Normal

En el escenario normal con la implementación de las 5'S y JIT el tiempo a reducir será de 00h 41min 50s, dando como resultado que nos dará un tiempo de ciclo de 1h 45 min 52s, como se muestra en el Gráfico 34.

Gráfico 34 Escenario Normal



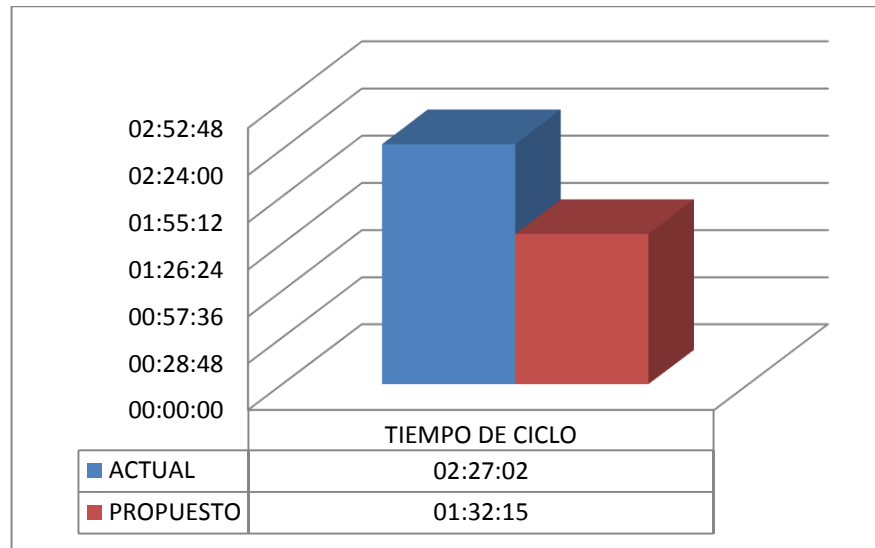
*Fuente: Elaboración Propia*

Con el escenario normal se llega a cumplir el tiempo esperado de producción por cocina de 2h 00min 00s según lo recomendado por Takt Time, lo cual es un panorama favorable para la PYME.

### c) Escenario Optimista

En el escenario optimista con la implementación de las 5'S y JIT el tiempo a reducir será de 00h 55min 27s, dando como resultado un tiempo de ciclo de 1h 32min 15s, como se muestra en la gráfica 34.

Gráfico 95 Escenario Optimista



*Fuente: Elaboración Propia*

Con el escenario optimista se llega a cumplir el tiempo esperado de producción por cocina de 2h 00min 00s según lo recomendado por Takt Time, lo cual es un panorama favorable para la PYME.

En resumen de todo lo mencionado anteriormente se presenta la Tabla 39, donde se agregara 10 minutos para las limpiezas de cada área según lo mencionado en la implementación de las 5'S en el capítulo y 5 minutos para la inspección según lo mencionado en la implementación de JIT en el capítulo IV.

Tabla 39 Resumen de tiempo de ciclo

TIEMPO ESCENARIO	TIEMPO PROPUESTO	TIEMPO DE LIMPIEZA	TIEMPO DE INSPECCION	TIEMPO TOTAL
PESIMISTA	2 h 11min 02s	00h10min 00s	00h05min 00s	2h 31min 02s
NORMAL	1h 45min 52s	00h10min 00s	00h05min 00s	2h 00min 52s
OPTIMISTA	1h 32min 14s	00h10min 00s	00h05min 00s	2h 52min 14s

*Fuente: Elaboración propia*

El panorama a seleccionar será según el criterio del empleador, sin embargo, para el análisis financiero en el trabajo de investigación se optará por el panorama normal ya que es el que más se asemeja al tiempo de ciclo referencial obtenido por Takt time.

## 6.2. Análisis Financiero

A continuación, se muestra el desarrollo de la evaluación financiera para el estudio de la viabilidad de la implementación de las herramientas de Lean manufacturing: 5'S y JIT para la mejora de procesos en la fabricación de cocinas a gas en un PYME.

### 6.2.1. Costos por Defectos de 5'S

En la tabla 40 se muestran los costos originados por los defectos en la producción de cocinas a gas. A continuación, se muestran 4 defectos originados a falta de la implementación de la herramienta de 5 'S. Siendo estos defectos que engloban el entorno de trabajo.



Tabla 40 Costo por defectos

N°	DEFECTOS	COSTO DE HORA	MIN X1 C	MIN X72 C	HORA	COSTO SEMANAL	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
3	Herramientas empleadas defectuosas	S/. 6.25	4	288	4.48	S/. 28.00	S/. 112.00	S/. 1,344.00
5	Búsqueda de herramientas	S/. 6.25	3	216	3.36	S/. 21.00	S/. 84.00	S/. 1,008.00
8	Área de ensamble no despejada	S/. 6.25	4	288	4.48	S/. 28.00	S/. 112.00	S/. 1,344.00
9	Demora en la identificación de piezas	S/. 6.25	1.5	108	1.48	S/. 9.25	S/. 37.00	S/. 444.00
<b>TOTAL</b>						<b>S/. 86.25</b>	<b>S/. 345.00</b>	<b>S/. 4,140.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*

### 6.2.2. Costo por Defectos de JIT

En la tabla 41 se muestran los costos originados por los defectos en la producción de cocinas a gas. A continuación, se muestran 7 defectos originados a falta de la implementación de la herramienta de JIT. Siendo estos enfocados al proceso productivo.

Tabla 41 Costo por defectos

N°	DEFECTOS	COSTO DE HORA	MIN x1C	MIN X72	HORA	COSTO SEMANAL	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL	
2	Toma de medidas repetitivas	S/. 6.25	10.37	747	12.27	S/. 76.69	S/. 306.75	S/. 3,681.00	
1	Transporte de material	S/. 6.25	8.40	605	10.05	S/. 62.81	S/. 251.25	S/. 3,015.00	
7	Proceso inadecuado de soldadura	S/. 6.25	14.19	1022	17.02	S/. 106.38	S/. 425.50	S/. 5,106.00	
6	Armado de manera convencional	S/. 6.25	10.00	720	12.00	S/. 75.00	S/. 300.00	S/. 3,600.00	
21	Acabado con superficies cortantes	S/. 6.25	3.00	216	3.36	S/. 21.00	S/. 84.00	S/. 1,008.00	
16	Falta de conocimiento de materia prima a emplear (1 cocina)	S/. 6.25	3.20	230	3.50	S/. 21.88	S/. 87.50	S/. 1,050.00	
18	Falta de termómetro de temperatura	S/. 6.25	20.00	40	0.67	S/. 4.19	S/. 16.75	S/. 201.00	
						<b>S/.</b>	<b>320.88</b>	<b>1,283.50</b>	<b>15,402.00</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

La tabla 42, nos muestra los costos generados por los 11 defectos críticos. Esto afecta directamente en las utilidades de la PYME.

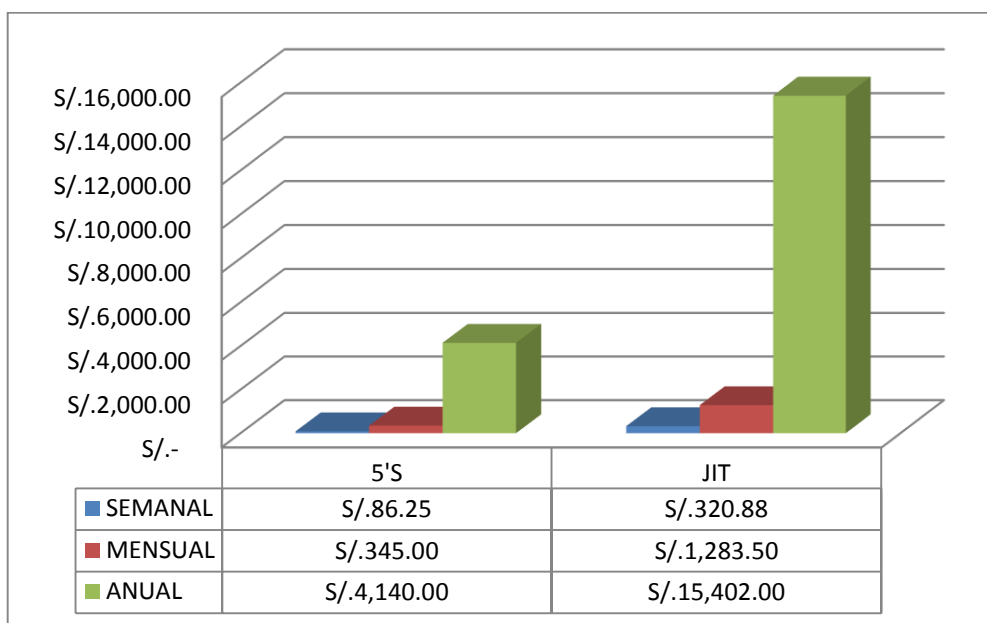
Tabla 42 Cuadro de resumen de costos por defectos

HERRAMIENTA COSTOS	5'S	JIT
SEMANAL	S/. 86.25	S/. 320.88
MENSUAL	S/. 345.00	S/. 1,283.50
ANUAL	S/. 4,140.00	S/. 15,402.00

*Fuente: Elaboración Propia*

La PYME actualmente tiene un monto de S/. 19,542.00 perdidos a causa de los defectos identificados en su proceso productivo actual.

Gráfico 36 Comparación de costos



*Fuente: Elaboración Propia*

En el Gráfico 36 se puede observar que la herramienta que tiene un mayor impacto en cuanto a costos es la herramienta de lean manufacturing JIT.

### 6.3. Producción Actual

Los ingresos actuales de la PYME ascienden a un monto total S/. 60,892.80 anualmente, como se detallan a continuación:

Tabla 43 Costo actual de producción

VARILLAS 72 COCINAS					
1 Cocina	Descripción	Cantidad entera	Unidad	Valor Unitario	Valor Total
1120 mm.	Angulo 3/4 " x 1.8 mm.	15	Und.	S/. 11.30	S/. 169.50
970 mm.	FE Cuadrado 3/8 " mm.	13	Und.	S/. 13.30	S/. 172.90
290 mm.	Platina de 3/8 " x 1/8 mm.	4	Und.	S/. 12.60	S/. 50.40
350 mm.	Tubo redondo 1" x 1.2 mm.	5	Und.	S/. 17.00	S/. 85.00
480 mm.	Tubo cuadrado 1/2 " x 0.9 mm.	6	Und.	S/. 9.00	S/. 54.00
				<b>Total</b>	<b>S/. 531.80</b>

PLANCHAS 72 COCINAS					
1 Cocina	Descripción	Cantidad entera	Unidad	Valor Unitario	Valor Total
240 x 155 mm.	Plancha 1.2 x 1.4 m. X 1 mm	3	Und.	S/. 120.00	S/. 360.00
140x455 mm.	Plancha inox. 1.2 x 1.4 m. X 1 mm	2	Und.	S/. 150.00	S/. 300.00
				<b>Total</b>	<b>S/. 660.00</b>

VARILLAS 72 COCINAS					
1 Cocina	Descripción	Cantidad entera	Unidad	Valor Unitario	Valor Total
2	Reguladores - manijas	144	Und.	S/. 0.40	S/. 57.60
2	Válvulas	144	Und.	S/. 4.50	S/. 648.00
2	Tornillos	144	Und.	-	S/. 6.00
2	Tornillos	144	Und.	-	S/. 5.00
2	Volanda	144	Und.	-	S/. 4.00
2	Tuercas	144	Und.	-	S/. 5.00
<b>Total</b>					<b>S/. 725.60</b>
VARILLAS 72 COCINAS					
Descripción	Cantidad entera	Unidad	Valor Unitario	Valor Total	
Soldadura E 6011 - 1/8 "	2	kg	S/. 12.00	S/. 24.00	
Pintura	2	Kg	S/. 70.00	S/. 140.00	
Detergente industrial	0.75	kg	-	S/. 5.00	
Otros gastos (agua, luz, gas, etc.)	-	-	-	S/. 200.00	
<b>Total</b>					<b>S/. 369.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44 Costo de mano de obra actual

MANO DE OBRA			
# DE OPERARIOS	DÍAS	COSTO POR DÍA	TOTAL
1 operario	7.5	S/. 50.00	S/. 375.00
1 operario	7.5	S/. 50.00	S/. 375.00
1 operario	7.5	S/. 50.00	S/. 375.00
Total			S/. 1,125.00

*Fuente: Elaboración Propia*

Tabla 45 Resumen de costos e ingresos

	72 COCINAS
<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN</b>	S/. 3,411.40
<b>VENTA DE COCINAS (S/.65.00 X UNID)</b>	S/. 4,680.00
<b>UTILIDAD NETA SEMANAL</b>	S/. 1,268.60
<b>UTILIDAD NETA MENSUAL</b>	S/. 5,074.40
<b>UTILIDAD NETA ANUAL</b>	S/. 60,892.80

*Fuente: Elaboración Propia*

Los costos detallados en las tablas 43, 44 y 45 será fundamental para evaluar la viabilidad del proyecto, de acuerdo a ello se contrastará los costos generados por la implementación de las herramientas de lean manufacturing versus los costos innecesarios actuales de la PYME.

#### 6.4. Costos de Implementación de las Herramientas de Lean Manufacturing (JIT – 5'S)

##### 6.4.1. Costos de Implementación de 5'S

Para la implementación de las 5'S es necesario realizar capacitaciones al personal de forma que se concienticen con la filosofía.

En la Tabla 46,47,48,49,50,51 se detallarán los costos involucrados en la implementación.

Tabla 46 Costo de personal para implementación (5'S)

DESCRIPCIÓN DEL PERSONAL A CAPACITAR	NÚMERO DEL PERSONAL A CAPACITAR	VALOR PROMEDIO DE UNA HORA DE TRABAJO	TOTAL DE VALOR PROMEDIO DE HORA TRABAJO
Operadores	3	S/. 6.25	S/. 18.75

HERRAMIENTA	CANTIDAD DE HORAS REQUERIDAS PARA LA CAPACITACIÓN	VALOR HORA DE CAPACITADOR	VALOR TOTAL DE HORAS DE CAPACITADOR	COSTO HORA OPERADOR (3 OPERADORES)	VALOR TOTAL
5'S	6	S/. 120.00	S/. 720.00	S/. 112.50	S/. 832.50

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 47 Costo de herramientas (5'S)

HERRAMIENTA	CANTIDAD	PRECIO / UNIDAD	COSTO TOTAL
Alicate de presión	6 unid.	S/. 26.00	S/. 156.00
Alicate de presión Prensa C	6 unid.	S/. 31.00	S/. 186.00
Martillo de bola 800 gr	3 unid.	S/. 37.00	S/. 111.00
Arco de sierra marco solido 12"	3 unid.	S/. 28.90	S/. 86.70
Escuadra de combinación Structo Cast 12"	3 unid.	S/. 31.90	S/. 95.70
Esmeril DWE4212-B2 4 1/2" 1200W Dewalt	2 unid.	S/. 390.00	S/. 780.00
Tornillo de banco industrial de 5 1/2"	3 unid.	S/. 438.00	S/. 1,314.00
Alicate universal aislado para electricista 8"	3 unid.	S/. 37.50	S/. 112.50
Alicate universal aislado para electricista 8"	3 unid.	S/. 37.50	S/. 112.50
Lima plana bastarda 10"	3 unid.	S/. 30.00	S/. 90.00
Armario de pared porta - herramientas	2 unid.	S/. 120.00	S/. 240.00
Bandejas para piezas	6 unid.	S/. 40.00	S/. 240.00
		<b>TOTAL</b>	<b>S/. 3,284.40</b>

Fuente: Elaboración propia



Tabla 48 Costo de mantenimiento de equipos (5'S)

<b>MAQUINA - HERRAMIENTA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO / UNIDAD</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Máquina de soldar	3 unid.	S/. 120.00	S/. 360.00
Cizalladora	3 unid.	S/. 58.00	S/. 174.00
Taladro de banco	1 unid.	S/. 50.00	S/. 50.00
Destajadora de planchas	1 unid.	S/. 68.00	S/. 68.00
Cizalladora de planchas	1 unid.	S/. 120.00	S/. 120.00
Dobladora de planchas	1 unid.	S/. 150.00	S/. 150.00
Troqueladora	1 unid.	S/. 75.00	S/. 75.00
		<b>TOTAL</b>	<b>S/. 997.00</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

Tabla 49 Costos de implementos de limpieza (5'S)

HERRAMIENTA	CANTIDAD	COSTO / UNIDAD	COSTO TOTAL
Escoba	3 unid.	S/. 16.90	S/. 50.70
Recogedor	3 unid.	S/. 15.90	S/. 47.70
Trapos	50 unid.	S/. 2.50	S/. 125.00
Cilindros	2 unid.	S/. 35.00	S/. 70.00
		<b>Total</b>	<b>S/. 293.40</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 50 Costos adicionales (5'S)

MATERIALES	COSTO TOTAL
Tarjetas rojas	S/. 100.00
Controles Visuales (Etiquetas, Bandas, Stakers)	S/. 250.00
Panel Avances 5´S	S/. 60.00
Documentación (Funciones, Indicadores)	S/. 100.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 510.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 51 Resumen de costos de implementación (5'S)

<b>COSTO</b>	
Capacitación de 5'S	S/.907.50
Costo de Adquisición de herramientas nuevas	S/.3,284.40
Costos de mantenimiento de Equipos	S/.997.00
Costos de implementos de Limpieza	S/.293.40
Materiales audiovisuales y didácticos	S/.510.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/.5,992.30</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

#### 6.4.2. Costos de Implementación de JIT

Para la implementación de JIT es necesario realizar capacitaciones al personal de forma que se concienticen con la filosofía.

En la Tabla 52 ,53 y 54 se detallan los costos involucrados en la implementación.

Tabla 52 Costos de personal (JIT)

DESCRIPCIÓN DEL PERSONAL A CAPACITAR	N° DEL PERSONAL A CAPACITAR	VALOR PROMEDIO DE UNA HORA DE TRABAJO	TOTAL DE HORA TRABAJO
Operadores	3	S/. 6.25	S/. 18.75

HERRAMIENTA	CANTIDAD DE HORAS REQUERIDAS PARA LA CAPACITACIÓN	VALOR HORA DE CAPACITACIÓN	VALOR TOTAL DE HORAS DE CAPACITACIÓN	COSTO HORA OPERADOR (3 OPERADORES )	VALOR TOTAL
JIT	6	S/. 120.00	S/. 720.00	S/. 112.50	S/. 952.50

HERRAMIENTA	CANTIDAD DE HORAS REQUERIDAS PARA EVALUACIÓN	VALOR HORA DE EVALUACIÓN	COSTO HORA OPERADOR (3 OPERADORES )	VALOR TOTAL
JIT	10	S/. 18.75	S/. 187.50	S/. 206.25

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53 Costos de eliminación de desperdicios (JIT)

ELIMINACIÓN - REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS	COSTOS DE ADQUISICIÓN
Modificación accesos - transporte	S/. 120.00
Planos – CAD	S/. 200.00
Prototipo de armado	S/. 125.00
Termómetro de temperatura	S/. 20.00
Máquina de soldar proceso GMAW	S/. 3,000.00
Documentación (Funciones )	S/. 100.00
Modificación de distribución de maquinas	S/. 150.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 3,715.00</b>

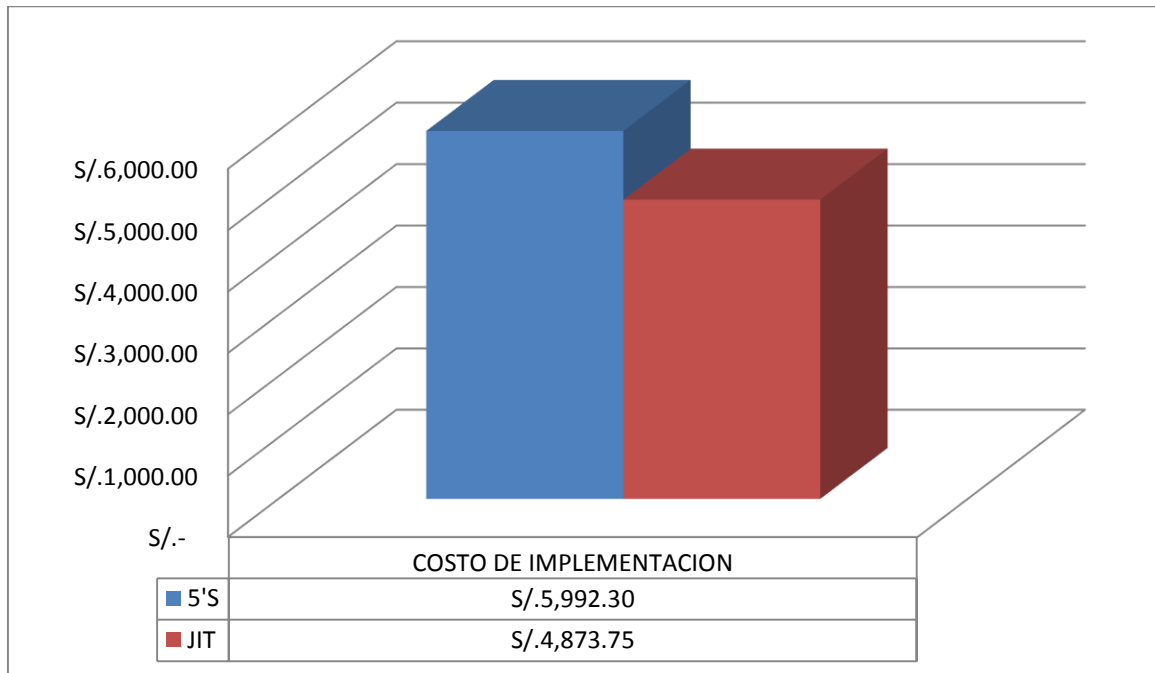
*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 54 Resumen de costos de implementación (JIT)

	COSTO
Capacitación	S/. 952.50
Evaluación	S/. 206.25
Eliminación - Reducción de desperdicios	S/. 3,715.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 4,873.75</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Gráfico 37 Costo de implementación de herramientas de lean manufacturing



*Fuente: Elaboración propia*

En el Gráfico 37 se puede observar que el costo de la implementación de 5'S es de S/. 5,992.30 y la implementación de JIT es de S/. 4,873.75, sumando un total de **S/. 9,707.03**.

## 6.5. Ahorro Generado por la Implementación de las Herramientas de Lean Manufacturing

El costo de implementación de las herramientas es de S/.9707.03, costo que es compensado por que se obtendrá lo siguiente beneficios económicos:

### 6.5.1. Costo de Producción Propuesta

Tabla 55 Costo de producción propuesta

VARILLAS 72 COCINAS					
1 COCINA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1120 mm.	Angulo 3/4 " x 1.8 mm.	13.44	Und.	S/. 11.30	S/. 158.20
970 mm.	FE Cuadrado 3/8 " mm.	11.64	Und.	S/. 13.30	S/. 159.60
290 mm.	Platina de 3/8 " x 1/8 mm.	3.48	Und.	S/. 12.60	S/. 50.40
350 mm.	Tubo redondo 1" x 1.2 mm.	4.08	Und.	S/. 17.00	S/. 68.00
480 mm.	Tubo cuadrado 1/2 " x 0.9 mm.	5.76	Und.	S/. 9.00	S/. 54.00
<b>TOTAL</b>					<b>S/. 490.20</b>

PLANCHAS 72 COCINAS					
1 COCINA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
240 x 155 mm.	Plancha 1.2 x 1.4 m. X 1 mm	2	Und.	S/. 120.00	S/. 240.00
140x455 mm.	Plancha inox. 1.2 x 1.4 m. X 1 mm	1.5	Und.	S/. 150.00	S/. 300.00
<b>TOTAL</b>					<b>S/. 540.00</b>

VARILLAS 72 COCINAS					
1 COCINA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
2	Reguladores – manijas	144	Und.	S/. 0.40	S/. 57.60
2	Válvulas	144	Und.	S/. 4.50	S/. 648.00
2	Tornillos	144	Und.	-	S/. 6.00
2	Tornillos	144	Und.	-	S/. 5.00
2	Volanda	144	Und.	-	S/. 4.00
2	Tuercas	144	Und.	-	S/. 5.00
<b>TOTAL</b>					<b>S/. 725.60</b>

VARILLAS 72 COCINAS				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Soldadura E 6011 - 1/8 "	2	Kg	S/. 12.00	S/. 24.00
Pintura	2	Kg	S/. 70.00	S/. 140.00
Detergente industrial	0.75	Kg	-	S/. 5.00
Otros gastos (agua, luz, gas, etc.)	-	-	-	S/. 200.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 369.00</b>

Fuente: Elaboración propia



Tabla 56 Mano de obra propuesta

MANO DE OBRA			
# DE OPERARIOS	DÍAS	COSTO POR DÍA	TOTAL
1 operario	6	S/. 50.00	S/. 300.00
1 operario	6	S/. 50.00	S/. 300.00
1 operario	6	S/. 50.00	S/. 300.00
Total			S/. 900.00

*Fuente: Elaboración Propia*

Tabla 57 Resumen de costos e ingresos de propuesta

	72 COCINAS
<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN</b>	S/. 3,024.80
<b>VENTA DE COCINAS (S/.65.00 X UNID)</b>	S/. 4,680.00
<b>UTILIDAD NETA SEMANAL</b>	S/. 1,655.20
<b>UTILIDAD NETA MENSUAL</b>	S/. 6,620.80
<b>UTILIDAD NETA ANUAL</b>	S/. 79,449.60

*Fuente: Elaboración Propia*

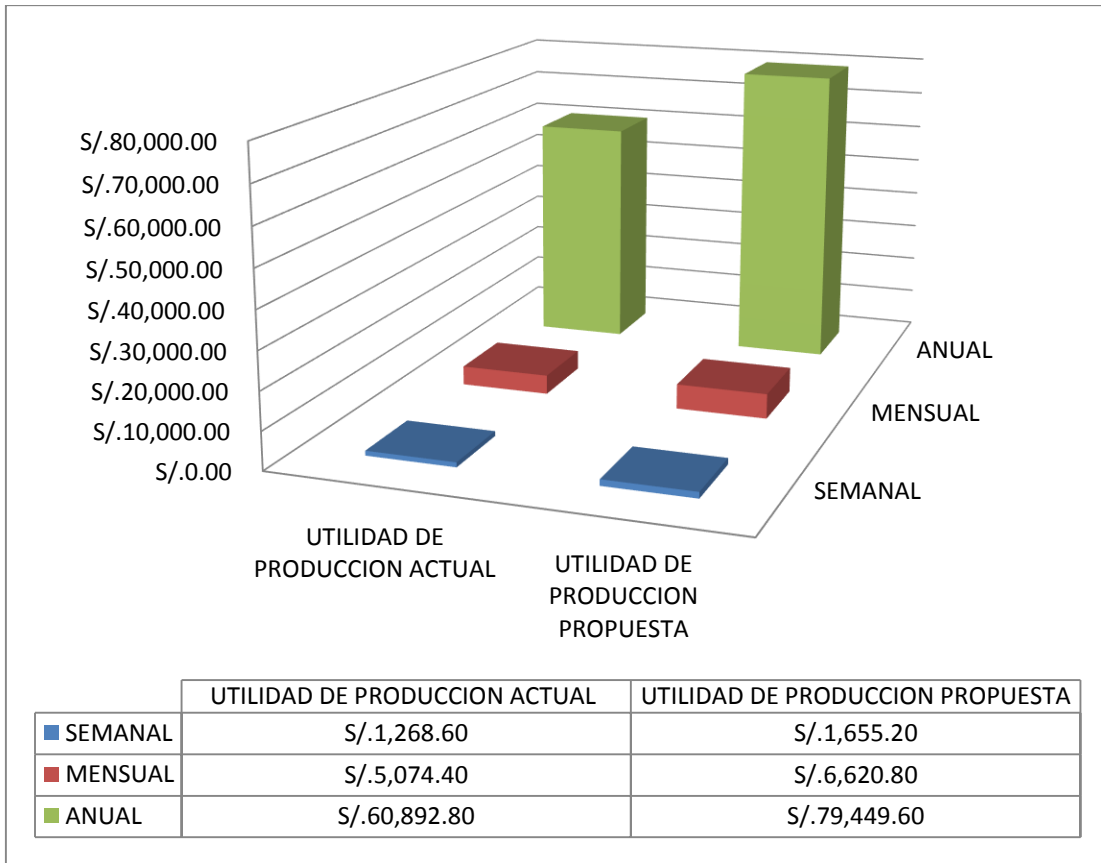
Tabla 58 Diferencia de costos actual vs propuesto

PROPUESTA	ACTUAL	DIFERENCIA SEMANAL	DIFERENCIA MENSUAL	DIFERENCIA ANUAL
S/. 1,655.20	S/. 1,268.60	S/. 386.60	S/. 1,546.40	S/. 18,556.80

*Fuente: Elaboración Propia*

En la gráfica 37 se muestra la diferencia de costos de S/. 18,556.80, este monto son las utilidades que obtendrá la PYME si decide implementar las herramientas de lean manufacturing (5'S y JIT), la inversión de implementación será de un total de S/. 9,707.03, monto que será recuperado el primer año.

Gráfico 38 Resumen de análisis



Fuente: Elaboración propia

## 6.6. Productividad a Alcanzar

### 6.6.1. Nivel de Productividad

- Unidades producidas: 72 cocinas
- Horas laboradas: 48 horas

$$Productividad\ Parcial = \frac{Unidades\ producidas}{Horas\ laboradas}$$

$$Productividad\ Parcial = \frac{72\ cocinas}{48\ horas}$$

$$Productividad\ Parcial = 1.5\ cocinas\ /horas$$

Actualmente la PYME tiene un nivel productivo de 1.18 cocinas/horas con la propuesta de mejora su nivel productivo presentara un incremento de 0.32, lo que indica que la implementación de herramientas de lean manufacturing influye positivamente en el crecimiento de la PYME.

## **6.7. Análisis y Discusión de Resultado**

La investigación tiene como propósito brindar una propuesta de mejora para el proceso productivo de fabricación de cocinas a gas en una PYME; utilizando las herramientas de Lean Manufacturing.

- Se realizó el análisis de la situación actual de la empresa, midiendo su productividad dando como resultado 1.18 cocinas/hora, cifra que representa un bajo nivel productivo , a razón de que el proceso productivo presenta un tiempo de ciclo actual de 2 h 35 min 00 s haciendo que la fabricación de 72 cocinas sea en siete días y medio (7.5 días), el proceso actual cuenta con 15 pasos u operaciones , su proceso no se encuentra estandarizado lo cual genera que lo operarios no realicen una secuencia ordenada de pasos y tiene un recorrido actual de 74.5 metros por unidad de cocina a causa de que las herramientas y maquinas se encuentran distribuidas de manera empírica; además de ello mediante la observación se identificaron 28 defectos de los cuales con el diagrama de Pareto en una relación de 80% – 20% se identificaron 11 defectos críticos los cuales son: herramientas defectuosas, búsqueda de herramientas, área de ensamble no despejada, demora en la identificación de piezas, toma de medidas repetitivas, transporte de material, proceso inadecuado de soldadura, armado de manera convencional, acabado con superficies cortantes, falta de conocimiento de materia prima a emplear, termómetro; siendo estos defectos relevantes debido al mayor grado de incidencia que presentan en todo el proceso

productivo. Todos estos indicadores muestran la situación actual del proceso productivo el cual no es adecuado para la PYME ya que no se cumple con la fabricación de 72 cocinas en el tiempo esperado de 06 días establecido por el empleador, problema demostrado mediante el takt time que establece que el tiempo de ciclo adecuado debería ser de 2h 00min 00s, dando como resultado que la PYME actualmente tiene un déficit de 00 h 35 min 00s. Estos resultados no son ajenos y guardan relación a otras investigaciones tal como se demostró en el estudio realizado por **Frank Pablo Córdova Rojas** en la tesis **“Mejoras en el proceso de Fabricación de Spools en una Empresa Metalmecánica”**, quien señala que toda la información obtenida debe ser valorada y evaluada cuantitativamente y/o cualitativamente, a través de criterios que la empresa considere como aspectos importantes en la toma de decisiones. En esta investigación se obtuvo 9 defectos principales (es decir, 31,03%) que corresponden al 80 % de los problemas que deben solucionarse, cifra que se asemeja al número de defectos obtenidos en el análisis.

- Después de un análisis adecuado respecto a los 11 defectos críticos encontrados, se determinó los criterios en los cuales se basa cada herramienta, para luego ser evaluados en un rango de 1-3, calificación dada según el nivel de necesidad de cada defecto indicada por el empleador; de esta manera se llega a determinar que las herramientas de Lean Manufacturing a usar son las 5´S y JIT.

Con las 5´S se busca reducir y/o eliminar 04 defectos para los cuales se proponen las siguientes soluciones:

Tabla 59 Solución propuesta para defectos a solucionar con 5'S

DEFECTO	SOLUCION PROPUESTA
Herramientas empleadas defectuosas.	Clasificación de herramientas mediante la tarjeta roja.
Búsqueda de herramientas.	Habilitado de una área para guardar herramientas según la frecuencia de uso (armario de pared – carro portaherramientas).
Área de ensamble no despejada.	Orden - Limpieza de cada área de trabajo (+10 min).
Demora en la identificación de piezas.	Bandejas para piezas.

*Fuente: Elaboración Propia*

Con JIT se busca reducir y/o eliminar 07 defectos para los cuales se propone las siguientes soluciones:

Tabla 60 Solución propuesta para defectos a solucionar con JIT

DEFECTO	SOLUCION PROPUESTA
Toma de medidas repetitivas.	Plano estructurales
Transporte de materia prima.	Distribución de planta mediante el método SLP y distribución por producto.
Proceso inadecuado de soldadura.	Compra de una maquina soldar GMAW.
Armado de manera convencional.	Prototipo para realizar armado de cocina (ensamble).
Acabado con superficies cortantes.	Inspección (+5 min).
Falta de conocimiento de materia prima a emplear.	Estandarización de cantidad de materia prima a emplear reflejado en plano estructural.
Falta de termómetro	Compra de 01 termómetro para horno.

*Fuente: Elaboración Propia*

Con la aplicación de estas herramientas enfocadas a reducir el tiempo de ciclo del proceso productivo en dos horas (2h 00min 00s), se logra una reducción de 35 minutos que representa en porcentaje el 22.58% en relación a al tiempo de ciclo actual de 2h 35min 00s , cumpliendo así lo establecido por el Takt time , con ello se logra la fabricación de 72 cocinas en 6 días y presenta una diferencia de 1 día y medio (1.5 días) cifra que es significativa reflejada en los costos que se mencionan en el siguiente párrafo , el proceso productivo se realizara en 12 pasos permitiendo una reducción de 3 pasos en relación a los 15 pasos iniciales es decir se tendrá una mejora de 20% , el recorrido para la fabricación de una cocina es de 55 metros con lo cual se reduce 19.5 metros que representa el 26.25% en relación a 74.5 metros de recorrido inicial.

Según el análisis de la PYME los costos originados por falta de la herramienta de Lean Manufacturing 5´S tiene un costo semanal de S/. 86.25; un costo mensual de S/. 345.00 y un costo anual S/. 4,140.00; los costos originados por la falta de la implementación de JIT semanalmente son de S/. 367.94, mensualmente es de S/. 1,471.75 y un costo anual de S/. 17,661.00, cifras que tienen un impacto significativo para una PYME.

Estos resultados difieren de la investigación denominada “Propuesta de mejora en el proceso de fabricación de pernos en una empresa metalmeccánica” realizada por Torres Gallardo Rubén Darío, quien con su trabajo de investigación demostró que el nivel de impacto a corto plazo es mayor ya que su investigación está enfocada a una empresa grande y no a una PYME. Cabe destacar que en las referencias obtenidas en la presente investigación la mayoría están enfocadas a empresas de mayor magnitud, son muy pocas las que buscan solucionar los problemas de PYMES dedicadas al rubro metalmeccánica.

- Con la comparación del proceso convencional y la propuesta de mejora planteada en esta investigación a través de la eliminación de los defectos críticos en el proceso productivo mediante la implementación 5'S y JIT, con nuestra propuesta se obtendrá la reducción del tiempo de ciclo por unidad de cocina de dos horas (2h 00 min 00 s), una diferencia en la distancia de recorrido de 19.5 metros y 3 pasos menos en el proceso de fabricación de cada cocina. A continuación, se muestra las cifras reflejadas semanal, mensual y anualmente.

Tabla 61 Propuesta de mejora

	<b>PASOS</b>	<b>RECORRIDO (M.)</b>	<b>TIEMPO (MIN)</b>
1 cocina	3	19.5	00 h 35 min 00 s
1 lote (72 cocinas)	216	1404	2520 h 00 min 00 s
4 lotes (mes)	864	5616	10080 h 00 min 00s
48 lotes (año)	10368	67392	120960 h 00 min 00s

*Fuente: Elaboración Propia*

Con la implementación de la propuesta de mejora la PYME tendrá una utilidad neta mensual de S/. 6,620.80 y por consiguiente una utilidad neta anual de S/. 79,449.60; en la actualidad la utilidad neta mensual es de S/. 5,074.40 y la utilidad neta anual es de S/. 60,892.80; generando una diferencia en la utilidad neta mensual de S/. 1,546.40 y una diferencia en la utilidad neta anual de S/. 18,556.80. Diferencia que llega a cubrir el costo de implementación según se mostró en el análisis financiero, el retorno de la inversión será en 1 año; dando como resultado final el aumento de la productividad en un 1.50 cocinas/hora y la viabilidad de la implementación de las herramientas de Lean manufacturing 5'S y JIT en la PYME. En las investigaciones tomadas como referencia en la presente investigación, enfocadas a la mejora de procesos con herramientas de lean manufacturing; se obtuvo como resultado que es viable la implementación de ellas, logrando

aumentar la productividad operativa de la empresa, a la que evocan su investigación, en las cuales se optimizan los recursos involucrados en la producción como son: la maquinaria, herramientas, personal y métodos utilizados, a través de la reducción de tiempos.

Para mejorar el proceso productivo de fabricación de cocinas a gas en una PYME se propone una alternativa de solución mediante la implementación de herramientas de Lean Manufacturing las cuales son 5'S y JIT, herramientas que permiten la mejorar el tiempo de producción, nivel productivo y los beneficios económicos.

De esta manera con nuestra propuesta de mejora del proceso productivo de cocinas a gas se llega a obtener lo siguiente : un proceso productivo estandarizado por lo cual ahora se realizara en 12 pasos , el tiempo de ciclo de producción de una cocina será en 2h:00min:00s, el recorrido de producción para una cocina es de 55 metros ; por lo cual se tendrá una reducción de tres pasos en el proceso productivo que representa el 20%, un tiempo de 00 h:35min :00s en la producción que representa 22.58% y la reducción de 19.5 metros que representa el 26.25% de recorrido.



## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones**

- Se realiza la propuesta de mejora del proceso productivo de cocinas a gas que consiste en la implementación de herramientas de Lean Manufacturing 5'S y JIT, la propuesta de mejora plantea la reducción en : 12 pasos del proceso productivo , tiempo de fabricación en 2h 00min 00s y un recorrido de 55 metros en el proceso de producción ; lo que permite reducir por unidad de cocina : 3 pasos del proceso productivo que representa el 20%, 35 min en cuanto al tiempo de producción que representa 22.58% y la reducción de 19.5 metros que representa el 26.25% de recorrido del proceso productivo , incrementando así su nivel de productividad a 1.50 cocinas / hora.
- La PYME registra un nivel productivo de 1.18 cocinas/hora, cifra que demuestra su bajo nivel productivo las causas de ello son: el tiempo de producción es de 2h 35min 00s minutos lo que genera que la demanda no se cumpla en el tiempo

estimado, el proceso actual se realiza en 15 pasos no definidos por ello operador trabaja de manera desordenada y realiza un recorrido de 74.5 metros.

- La alternativa de mejora para el proceso de producción de cocinas a gas consiste en realizar el proceso productivo en 12 pasos permitiendo una reducción de 3 pasos en relación a los 15 pasos iniciales, permitiendo mejorar en 20%. El tiempo de producción de una cocina es de 120 minutos, permitiendo la mejora en la reducción de tiempo de producción en 35 minutos que representa el porcentaje 22.58%. El recorrido para la producción de cocinas es de 55 metros, permitiendo la mejora en la reducción 19.5 metros que representa 26.25%. Estas mejoras se obtienen aplicando herramientas de Lean Manufacturing 5'S y JIT.
- Realizando la comparación del proceso convencional con la propuesta de mejora, se obtiene los siguientes beneficios : se reduce 03 pasos del proceso de productivo, se reduce el tiempo de producción en 00h 35min 00s y la reducción de recorrido en 19.5 m por cada unidad de cocina, esta cifra es relevante en cuanto la producción sea mayor es decir que semanalmente (lotes de 72 cocinas) el número de pasos del proceso de producción a reducir es 216 , la distancia de recorrido es de 1404 metros y el tiempo de producción es 2520 minutos (42 horas); mensualmente tendrá una reducción de 864 pasos, 5616 metros de recorrido y 10080 minutos (168 horas) del proceso productivo y anualmente tendrá una reducción de 10368 pasos , 67392 metros de recorrido y 120960 minutos (2016 horas ) del proceso productivo.

## Recomendaciones

- Para una buena implementación de herramientas de Lean Manufacturing se recomienda realizar capacitaciones referentes a este tema a todo el personal y colaboradores de la Pyme de manera que puedan concientizarse de la importancia de la eliminación y/o reducción de defectos para el incremento de la producción y los demás beneficios que suponen las herramientas de Lean Manufacturing.
- Para poder iniciar con el estudio de la situación actual del proceso productivo, los operadores y colaboradores de la empresa deben tener en claro que la finalidad de la toma de tiempos y observación de defectos, no está enfocada en las personas sino en las actividades que se desarrollan en el proceso productivo, lo cual requiere atención y observación constante; por lo tanto se considera necesario que en cada etapa del proceso productivo se deben desarrollar mecanismos de evaluación y retroalimentación de las actividades realizadas.
- Para llevar a cabo una buena implementación como tal, se debe realizar lo desarrollado en este trabajo, con la finalidad de garantizar los beneficios expuestos anteriormente. Ello consiste en respetar el cumplimiento de las herramientas de Lean Manufacturing: 5'S y JIT, además de ello el empleo de herramientas como: distribución de planta, toma de tiempos, tiempo de ciclo de fabricación.
- Se recomienda la aplicación de los resultados de la presente investigación en otras empresas que tengan las mismas características y problemáticas al estudio realizado.

## **ANEXOS**

### **ANEXO N°1 TOMA DE TIEMPOS**

En nuestra investigación se tomó la muestra no probabilística por conveniencia, a razón de que la población objetivo es de 03 operarios que conforman el área productiva con un nivel de confianza del 100% y además no requiere de mayor inversión en cuanto a tiempo y dinero, se utilizó diferentes criterios al seleccionar la cantidad de toma de tiempo:

- **Por experiencia laboral:** El personal no cuenta con la misma experiencia en el rubro metalmecánico lo que provoca que su capacidad productiva del operador sea menor y/o caso contrario mayor.
- **Ritmo de trabajo:** Al ser esta una PYME que no cuenta con: personal capacitado, herramientas y equipos adecuados, etc.; ocasiona que el operador opte por dar soluciones convencionales que en muchos casos provocan la lentitud del proceso o caso contrario otros colaboradores que ya tienen mayor experiencia le den soluciones rápidas.

Se realizó la toma de tiempo en 12 ocasiones 04 veces por operador (03 operadores) donde para poder sacar el tiempo de ciclo de cada uno se promedió todos los tiempos de ciclos observados (04 ocasiones) a cada operador para dar así el tiempo de ciclo actual del proceso de fabricación de dos hornillas:

<b>OPERADOR</b>	<b>TIEMPO DE CICLO DE CADA OPERADOR</b>
Michell Cosi –Operario Soldador	02 h 29 min 00 s
Juan Cursi Morales – Operario	02 h 36 min 00 s
Renzo Humari – Operario Soldador	02 h 40 min 00 s
<b>TIEMPO DE CICLO</b>	<b>02 h 35 min 00 s</b>

<b>TIEMPO DE CICLO</b>			
<b>Horario</b>	<b>Operario 1</b>	<b>Operario 2</b>	<b>Operario 3</b>
<b>8:00 - 10:35</b>	02h 29min 00s	02h 36min 00s	02h 42 min 00s
<b>10:35 -13:05</b>	02h 25 min 00s	02h 31min 00s	02h 38 min 00s
<b>12:00 - 16:35</b>	02h 30 min 00s	02h 37 min 00s	02h 33 min 00s
<b>10:35 - 13:05</b>	02h 35min 00s	02h 40 min 00s	02h 47 min 00s
<b>Promedio</b>	<b>02h 29min 00s</b>	<b>02h 36 min 00s</b>	<b>02h 40 min 00s</b>
<b>TIEMPO DE CICLO</b>	<b>02 h 35 min 00 s</b>		

PROCESO - OPERARIO 01	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	PROMEDIO
	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado
<b>TRANSPORTE DE MATERIAL</b>					
Transporte de varilla de fierro cuadrado y varilla de ángulo.	126	122	125	122	124
Transporte de tubo redondo , tubo cuadrado y platina.	182	175	183	173	178
<b>HABILITADO DE SOPORTES</b>					
Toma de medidas	119	121	125	127	123
Destajo de soportes	93	95	100	94	96
<b>HABILITADO DE VARILLAS DE FIERRO PARA PARRILLA</b>					
Toma de medida	134	137	135	137	136
Destajo de varillas de fierro	84	89	90	86	87
Doblado de varilla de fierro	55	59	58	55	57
<b>HABILITADO DE UNIONES</b>					
Toma de medidas	57	53	58	59	57
Cortar varilla de ángulo	71	68	67	68	69
Perforado de uniones	152	147	146	145	148
<b>HABILITADO DE PLATINA</b>					
Toma de medidas	56	55	60	61	58
Corte de planita	73	75	70	71	72
Perforado de planita	118	126	121	123	122
Doblado de platina	56	61	62	58	59
<b>HABILITADO DE ANGULOS DE SOPORTES</b>					
Medida de ángulos	36	39	37	39	38
Destaje de ángulos	99	96	95	96	97
Doblado de soportes	43	41	45	44	43
<b>HABILITADO DE CODOS</b>					
Medida de codo(modelo)	185	183	180	182	183
Cortado de tubo	184	180	183	180	182
Perforado de tubo	104	102	99	104	102
Doblado de tubo	119	121	117	116	118

<b>HABILITADO DE CAMARA DE GAS</b>					
Toma de medidas	39	42	41	40	41
Corte de tubo cuadrado	90	88	87	87	88
Medida de acoples	30	31	32	29	31
Comprensado de cámara de gas	83	84	79	80	82
Soldado cámara de gas con acoples	202	198	200	201	200
Perforado de cámara de gas	180	182	180	182	181
<b>HABILITADO DE PLANCHAS LATERALES</b>					
Traslado de planchas	139	140	142	143	141
Toma de medidas	32	28	29	33	31
Corte de planchas	179	182	176	175	178
Destajo de plancha	88	87	85	84	86
Doblado de planchas	99	97	101	96	98
<b>PRIMER ENSAMBLE</b>					
Soldadura de piezas	1077	1078	1080	1081	1079
<b>ACABADO DE ESTRUCTURA INICIAL</b>					
Blanqueado de estructura inicial	89	89	85	88	88
Lavado	214	217	218	220	217
Pintado	240	243	241	243	242
Transportar estructura al horno	64	65	62	62	63
Colocar estructura al horno	184	181	184	180	182
<b>HABILITADO DE PLANCHA FRONTAL</b>					
Traslado de planchas	179	180	175	176	178
Toma de medidas	64	67	65	64	65
Corte de plancha frontal	79	78	77	80	79
Destaje de plancha	43	41	42	43	42
Doblado de plancha	128	123	124	126	125
<b>ENSAMBLE Y ACABADO DE UNION DE PLATINA Y CODO</b>					
Soldar platina y codo	179	182	182	181	181
Lavado	163	163	160	160	162
Pintado	142	140	138	137	139
Poner a secar pieza Secado	74	76	77	78	76
<b>ENSAMBLE FINAL</b>					
Retiro de la cocina del horno	178	181	177	178	179
Armado Completo	600	599	598	601	600

PROCESO-OPERARIO 02	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	PROMEDIO
	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado
<b>TRANSPORTE DE MATERIAL</b>					
Transporte de varilla de fierro cuadrado y varilla de ángulo.	122	123	124	112	120
Transporte de tubo redondo , tubo cuadrado y platina.	179	189	186	184	185
<b>HABILITADO DE SOPORTES</b>					
Toma de medidas	111	112	122	123	117
Destajo de soportes	93	105	94	102	99
<b>HABILITADO DE VARILLAS DE FIERRO PARA PARRILLA</b>					
Toma de medida	143	138	136	142	140
Destajo de varillas de fierro	94	89	91	93	92
Doblado de varilla de fierro	56	59	62	63	60
<b>HABILITADO DE UNIONES</b>					
Toma de medidas	65	67	60	61	63
Cortar varilla de ángulo	65	62	61	62	63
Perforado de uniones	160	151	153	149	153
<b>HABILITADO DE PLATINA</b>					
Toma de medidas	58	60	62	57	59
Corte de planita	68	68	66	72	69
Perforado de planita	119	117	117	121	119
Doblado de platina	59	61	63	64	62
<b>HABILITADO DE ANGULOS DE SOPORTES</b>					
Medida de ángulos	41	38	38	37	39
Destaje de ángulos	95	97	94	98	96
Doblado de soportes	46	43	46	42	44
<b>HABILITADO DE CODOS</b>					
Medida de codo(modelo)	180	177	174	175	177
Cortado de tubo	179	180	175	176	178
Perforado de tubo	98	100	99	97	99
Doblado de tubo	119	124	121	123	122



<b>HABILITADO DE CAMARA DE GAS</b>					
Toma de medidas	40	39	36	37	38
Corte de tubo cuadrado	91	89	90	91	90
Medida de acoples	33	34	30	31	32
Compensado de cámara de gas	81	78	80	78	79
Soldado cámara de gas con acoples	199	201	203	202	201
Perforado de cámara de gas	178	180	181	178	179
<b>HABILITADO DE PLANCHAS LATERALES</b>					
Traslado de planchas	142	139	137	141	140
Toma de medidas	28	29	32	31	30
Corte de planchas	183	183	179	181	182
Destajo de plancha	86	87	84	83	85
Doblado de planchas	104	105	100	102	103
<b>PRIMER ENSAMBLE</b>					
Soldadura de piezas	1081	1083	1082	1081	1082
<b>ACABADO DE ESTRUCTURA INICIAL</b>					
Blanqueado de estructura inicial	90	92	93	89	91
Lavado	215	219	217	214	216
Pintado	237	239	240	236	238
Transportar estructura al horno	64	66	63	67	65
Colocar estructura al horno	178	182	180	177	179
<b>HABILITADO DE PLANCHA FRONTAL</b>					
Traslado de planchas	179	183	180	182	181
Toma de medidas	64	67	66	65	66
Corte de plancha frontal	80	79	82	83	81
Destaje de plancha	38	41	39	40	40
Doblado de plancha	124	126	127	124	125
<b>ENSAMBLE Y ACABADO DE UNION DE PLATINA Y CODO</b>					
Soldar platina y codo	177	181	178	180	179
Lavado	157	160	158	158	158
Pintado	144	143	140	141	142
Poner a secar pieza Secado	75	75	74	73	74
<b>ENSAMBLE FINAL</b>					
Retiro de la cocina del horno	180	182	180	181	181
Armado Completo	598	599	597	600	599

PROCESO-OPERARIO 03	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	PROMEDIO
	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado
<b>TRANSPORTE DE MATERIAL</b>					
Transporte de varilla de fierro cuadrado y varilla de ángulo.	112	120	117	120	117
Transporte de tubo redondo , tubo cuadrado y platina.	175	173	178	179	176
<b>HABILITADO DE SOPORTES</b>					
Toma de medidas	113	126	119	123	120
Destajo de soportes	99	106	107	106	105
<b>HABILITADO DE VARILLAS DE FIERRO PARA PARRILLA</b>					
Toma de medida	139	143	145	147	144
Destajo de varillas de fierro	88	92	93	89	91
Doblado de varilla de fierro	66	62	62	61	63
<b>HABILITADO DE UNIONES</b>					
Toma de medidas	62	59	63	58	61
Cortar varilla de ángulo	62	68	68	64	66
Perforado de uniones	148	151	145	152	149
<b>HABILITADO DE PLATINA</b>					
Toma de medidas	61	64	63	60	62
Corte de planita	66	70	68	69	68
Perforado de planita	117	116	120	119	118
Doblado de platina	59	61	58	61	60
<b>HABILITADO DE ANGULOS DE SOPORTES</b>					
Medida de ángulos	43	45	40	40	42
Destaje de ángulos	97	92	90	91	93
Doblado de soportes	49	46	47	47	47
<b>HABILITADO DE CODOS</b>					
Medida de codo(modelo)	181	178	181	178	180
Cortado de tubo	179	182	178	179	180
Perforado de tubo	97	100	99	97	98
Doblado de tubo	121	117	122	117	119

<b>HABILITADO DE CODOS</b>					
Medida de codo(modelo)	181	178	181	178	180
Cortado de tubo	179	182	178	179	180
Perforado de tubo	97	100	99	97	98
Doblado de tubo	121	117	122	117	119
<b>HABILITADO DE CAMARA DE GAS</b>					
Toma de medidas	39	42	41	38	40
Corte de tubo cuadrado	92	90	92	89	91
Medida de acoples	29	28	26	30	28
Comprensado de cámara de gas	79	76	78	80	78
Soldado cámara de gas con acoples	197	200	199	196	198
Perforado de cámara de gas	179	182	181	178	180
<b>HABILITADO DE PLANCHAS LATERALES</b>					
Traslado de planchas	139	137	141	136	138
Toma de medidas	30	30	26	28	29
Corte de planchas	182	182	177	175	179
Destajo de plancha	80	82	84	83	82
Doblado de planchas	97	99	100	97	98
<b>PRIMER ENSAMBLE</b>					
Soldadura de piezas	1081	1078	1078	1076	1078
<b>ACABADO DE ESTRUCTURA INICIAL</b>					
Blanqueado de estructura inicial	89	91	92	88	90
Lavado	211	213	211	215	213
Pintado	238	240	239	238	239
Transportar estructura al horno	60	61	64	63	62
Colocar estructura al horno	181	177	178	176	178
<b>HABILITADO DE PLANCHA FRONTAL</b>					
Traslado de planchas	182	179	178	181	180
Toma de medidas	71	70	68	67	69
Corte de plancha frontal	79	82	81	79	80
Destaje de plancha	38	36	39	37	38
Doblado de plancha	125	126	128	129	127
<b>ENSAMBLE Y ACABADO DE UNION DE PLATINA Y CODO</b>					
Soldar platina y codo	180	181	178	179	180
Lavado	160	161	157	158	159
Pintado	138	137	142	143	140
Poner a secar pieza Secado	76	73	72	73	74
<b>ENSAMBLE FINAL</b>					
Retiro de la cocina del horno	179	180	181	179	180
Armado Completo	599	599	602	602	601

PROCESO	Operario 01	Operario 02	Operario 03	PROMEDIO
	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado
<b>TRANSPORTE DE MATERIAL</b>				
Transporte de varilla de fierro cuadrado y varilla de angulo.	124	120	117	120
Transporte de tubo redondo , tubo cuadrado y platina.	178	185	176	180
<b>HABILITADO DE SOPORTES</b>				
Toma de medidas	123	117	120	120
Destajo de soportes	96	99	105	100
<b>HABILITADO DE VARILLAS DE FIERRO PARA PARRILLA</b>				
Toma de medida	136	140	144	140
Destajo de varillas de fierro	87	92	91	90
Doblado de varilla de fierro	57	60	63	60
<b>HABILITADO DE UNIONES</b>				
Toma de medidas	57	63	61	60
Cortar varilla de angulo	69	63	66	66
Perforado de uniones	148	153	149	150
<b>HABILITADO DE PLATINA</b>				
Toma de medidas	58	59	62	60
Corte de planita	72	69	68	70
Perforado de planita	122	119	118	120
Doblado de platina	59	62	60	60
<b>HABILITADO DE ANGULOS DE SOPORTES</b>				
Medida de ángulos	38	39	42	39
Destaje de ángulos	97	96	93	95
Doblado de soportes	43	44	47	45
<b>HABILITADO DE CODOS</b>				
Medida de codo(modelo)	183	177	180	180
Cortado de tubo	182	178	180	180
Perforado de tubo	102	99	98	100
Doblado de tubo	118	122	119	120

<b>HABILITADO DE CAMARA DE GAS</b>				
Toma de medidas	41	38	40	40
Corte de tubo cuadrado	88	90	91	90
Medida de acoples	31	32	28	30
Compensado de cámara de gas	82	79	78	80
Soldado cámara de gas con acoples	200	201	198	200
Perforado de cámara de gas	181	179	180	180
<b>HABILITADO DE PLANCHAS LATERALES</b>				
Traslado de planchas	141	140	138	140
Toma de medidas	31	30	29	30
Corte de planchas	178	182	179	180
Destajo de plancha	86	85	82	84
Doblado de planchas	98	103	98	100
<b>PRIMER ENSAMBLE</b>				
Soldadura de piezas	1079	1082	1078	1080
<b>ACABADO DE ESTRUCTURA INICIAL</b>				
Blanqueado de estructura inicial	88	91	90	90
Lavado	217	216	213	215
Pintado	242	238	239	240
Transportar estructura al horno	63	65	62	63
Colocar estructura al horno	182	179	178	180
<b>HABILITADO DE PLANCHA FRONTAL</b>				
Traslado de planchas	178	181	180	180
Toma de medidas	65	66	69	67
Corte de plancha frontal	79	81	80	80
Destaje de plancha	42	40	38	40
Doblado de plancha	125	125	127	126
<b>ENSAMBLE Y ACABADO DE UNION DE PLATINA Y CODO</b>				
Soldar platina y codo	181	179	180	180
Lavado	162	158	159	160
Pintado	139	142	140	140
Poner a secar pieza Secado	76	74	74	75
<b>ENSAMBLE FINAL</b>				
Retiro de la cocina del horno	179	181	180	180
Armado Completo	600	599	601	600

## ANEXO N° 2 IDENTIFICACIÓN DE DEFECTOS

FABRICACION DE COCINAS A GAS							
PROCE- SO	N°	DIFICULTAD OBSERVADA	IMPACTO	POSIBLE CAUSA	ANTES DEL PROCESO	DURANTE EL PROCESO	DESPUÉS DEL PROCESO
<b>SECCION HABILITADO DE PERFILES</b>	1	Los operadores tienen que traer y reconocer los materiales que utilizarán para el habilitado de las piezas de cocinas. El tiempo promedio en traer los materiales, depende de la cantidad de cocinas solicitadas, por 01 cocina es 5 minutos de transporte de materia prima (platina, ángulo, tubo cuadrado, tubo redondo y fierro cuadrado).	Esto crea tiempo incensario en el transporte y en la búsqueda de materiales, además causa daños a la salud.	La ubicación del área de almacén de materia prima no es adecuada ya que se encuentra lejos del área de operaciones.		x	
	2	Toma de medidas en cada proceso de un molde de una cocina, según requiera las piezas, este proceso suma un tiempo total de 5.20 minutos por una cocina.	Esto ocasiona un gran porcentaje de variabilidad de los productos. Y a su vez ocasiona que el operador realice recorridos innecesarios generando fatiga.	La falta de un plano y/o formatos que indiquen las dimensiones del producto y las medidas de cada pieza ya establecidas para cada modelo a fabricar.		x	
	3	Las herramientas empleadas para el habilitado se encuentran en pésimas condiciones.	Variabilidad en las piezas que conforman el producto	La falta de interés para la compra y/o mantenimiento a las herramientas y falta de inyección de capital.		x	
	4	Irregularidad en el destaje para habilitado de soportes	Productos descuadrados	Punzón – guía de troquel adora están desgastados			x

<b>SECCION DE ENSAMBLE INICIAL</b>	<b>5</b>	Los operadores buscan las herramientas que emplean para el armado y unión de piezas que forman parte del producto.	Esto crea tiempos innecesarios en la búsqueda de herramientas.	No se cuenta con un lugar adecuado para herramientas.		<b>x</b>	
	<b>6</b>	Las herramientas - maquinas empleadas no se encuentran en buenas condiciones.	Variabilidad en cuanto a la morfología del producto	La falta de interés para la compra y/o mantenimiento a las herramientas y falta de inyección de capital.		<b>x</b>	
	<b>7</b>	El armado es de manera convencional lo que toma mayor tiempo.	Producto descuadrado - gran porcentaje de variabilidad de los productos.	Sin ningún tipo de herramienta de apoyo especial para el proceso de armado – ensamble.		<b>x</b>	
	<b>8</b>	Proceso inadecuado de soldadura	Acabado de ensamble inadecuado y genera un tiempo extra para corregir estos defectos	Máquina de soldar desfasado			<b>x</b>
	<b>9</b>	No se tiene despejado el área de ensamble	Desorden y mayor tiempo en manipuleo	El puesto de trabajo no se definido		<b>x</b>	
	<b>10</b>	El operador no identifica bien las piezas que se encuentran listas para realizar el ensamble	Tiempo muerto al momento de buscar las piezas listas	No se cuenta con un área en el que se coloquen las piezas listas para el ensamble		<b>x</b>	
<b>SECCION DE PRE-</b>	<b>11</b>	El esmeril para realizar el blanqueado no se encuentra en óptimas condiciones.	Producto con presentación defectuosa – presentación no aceptable.	La falta de interés para la compra y/o mantenimiento de las herramientas y falta de inyección de capital.		<b>x</b>	

	13	El proceso de blanqueado no es realizado de manera uniforme.	Producto cuenta con perfiles punzocortantes	Falta de inspección de calidad			X
	14	No cuentan con los implementados adecuados para realizar el desengrase de la estructura inicial de la cocina.	La estructura inicial al no ser bien lavada no permite que la pintura se adhiera bien.	Falta de capital y alternativas económicas para realizar el proceso		x	
SECCION DE HABILITADO DE PLANCHAS	15	Los operadores tienen que traer las planchas que utilizarán para el habilitado de laterales, frontales. El tiempo promedio en traer los materiales, dependiendo de la cantidad de la cantidad de cocinas solicitadas, es de 4 min.	Esto crea tiempo innecesario en el transporte de materiales.	La ubicación del almacén de la materia prima a utilizar no es adecuada ya que está alejada del área de habilitado.		x	
	16	No se cuenta con herramientas adecuadas para el trazo de medidas.	Planchas con dimensiones desiguales.	La falta de interés para la compra y/o mantenimiento a las herramientas y falta de inyección de capital.	x	x	
	17	Poca visibilidad en el lugar	Cortes desiguales – pérdida de materiales.	Lugar inadecuado para el proceso de habilitado.	x		
SECCION DE PINTADO	18	Pistola de pintar se encuentra en pésimas condiciones.	Pintado de cocina no uniforme, exceso de pintura en algunas partes de la cocina.	Falta de mantenimiento – limpieza de la herramienta después de cada actividad.		x	
	19	Sección de pintado no adecuada, ya que no está aislado lo que permite el ingreso de polvo, corrientes de aire, etc. Lo que afecta el pintado de la cocina.	Acabado de pintura no uniforme.	Instalación de la sección de pintado inadecuado.	x		



	20	No se tiene conocimiento exacto de cuanta pintura se necesita por 01 cocina	Desperdicio de pintura	No cuentan con detalles de proceso establecidos en documentación		x	
SECCION DE SECADO	21	Preparación del horno de secado demanda mayor tiempo de lo planificado. Cíclico	Mayor tiempo en ciclo del proceso productivo	Horno inadecuado para el proceso de secado de cocinas		x	
	22	El horno no cuenta con un termómetro de temperatura	Control de tiempos inadecuados que da productos defectuosos (quemados)	Horno inadecuado para el proceso de secado de cocinas		x	
	23	Las cocinas después del horneado (secado) terminan con un color desigual.	Reproceso de pintado – exceso de temperatura	El horno para el proceso de secado no se encuentra en buenas condiciones – quemadores obstruidos - no se cuenta con un termómetro de calor			x
HABILITADO DE KIT DE DISTRIBUCION DE GAS	24	No se cuenta con herramientas adecuadas	Variabilidad en el producto y mayor tiempo en el proceso	La falta de interés para la compra y/o mantenimiento de las herramientas y falta de inyección de capital.		x	
	25	Toma de medidas en cada proceso de un molde de una cocina,	Variabilidad en el producto y mayor tiempo en el proceso	La falta de un plano y/o formatos que indiquen las dimensiones del producto y las medidas de cada pieza ya establecidas para cada modelo a fabricar.		x	

	26	Proceso inadecuado de soldadura	Unión de soldadura inadecuada	Máquina de soldar desfasado		x	
ENSAMBLE FINAL	27	Las herramientas empleadas para el ensamble final se encuentran en pésimas condiciones.	Producto no presentable	La falta de interés para la compra y/o mantenimiento a las herramientas y falta de inyección de capital.		x	
	28	Productos con superficies cortantes	Rechazo del producto y reproceso	No se cuenta con un control de calidad del producto final			x

### ANEXO N° 3 VALOR AGREGADO DELA SOLUCION DE DEFECTOS

N°	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	AGREGA VALOR		RANGO (1-10)
			SI	NO	
1	Transporte de materiales	Se transportan los perfiles: ángulo, tubo cuadrado, tubo redondo, fierro cuadrado. Donde la distancia de recorrido es mayor ya que el lugar de almacén se encuentra en un lugar alejado.	x		7
2	Toma de medidas repetitivas	Se realiza la toma de medidas varias veces de un molde ya fabricado, originando variabilidad de medidas en los productos, tiempos no productivos.	x		9
3	Herramientas empleadas defectuosas	Para el habilitado, pre – ensamble y ensamble final se utilizan diversas herramientas manuales, las cuales se encuentra defectuosas y requieren una acción inmediata.	x		10
5	Búsqueda de herramientas	Durante el proceso productivo lo operadores buscan las herramientas ya que no se cuenta con un lugar determinado para estas ocasionado tiempos improductivos por su búsqueda.	x		9
6	Armado de manera convencional	Es actividad es realizada de manera artesanal lo que genera un mayor tiempo en el ensamble de las piezas por el uso mayor de herramientas manuales.	x		8
7	Proceso inadecuado de soldadura	El proceso de soldadura no es el más eficiente ya que deja un acabado pésimo y suciedad, lo que genera un proceso adicional en cuanto a limpieza y amolado dando mayor tiempo de fabricación.	x		7
8	Área de ensamble no despejada	Al no tener un lugar adecuado y ordenado las piezas y herramientas se encuentra acumulada, lo que influye en el proceso, ya que genera tiempo innecesario en la búsqueda de piezas.	x		8
9	Demora en la identificación de piezas	No se cuenta con un lugar adecuado para colocar las piezas ya habilitadas lo que genera tiempo improductivo en su búsqueda.	x		8
16	Falta de conocimiento de cantidad	No se tiene estipulado la cantidad necesaria con la que se debe trabajar para un lote de 72 cocinas lo que genera que en algunas ocasiones la	x		7

	necesaria de materia prima	producción paralice por falta de materiales.			
18	Falta de termómetro de temperatura	En el proceso de horneado no se cuenta con un control de temperatura lo que genera que los productos no salgan de manera homogénea en cuanto a su color	x		9
21	Acabado con superficies cortantes	A falta de una inspección detallada en un tiempo determinado, las cocinas ya pintadas – horneadas salen con acabados cortantes, generando un reproceso.	x		9

### ANEXO N° 4 TIEMPO DE PRODUCCION PROPUESTO

Operario	
1 cocina	2:00 horas

3 Operarios	
72 cocinas	48 horas

SEMANA 1					
Lunes	8:00 - 10:00	10:00 -12:00	13:00 - 15:00	15:00 - 17:00	
1 operario	1	1	1	1	
2 operario	1	1	1	1	
3 operario	1	1	1	1	
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>12</b>
Martes	8:00 - 10:00	10:00 -12:00	13:00 - 15:00	15:00 - 17:00	
1 operario	1	1	1	1	
2 operario	1	1	1	1	
3 operario	1	1	1	1	
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>12</b>
Miércoles	8:00 - 10:00	10:00 -12:00	13:00 - 15:00	15:00 - 17:00	
1 operario	1	1	1	1	
2 operario	1	1	1	1	
3 operario	1	1	1	1	
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>12</b>
Jueves	8:00 - 10:00	10:00 -12:00	13:00 - 15:00	15:00 - 17:00	
1 operario	1	1	1	1	
2 operario	1	1	1	1	
3 operario	1	1	1	1	
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>12</b>
Viernes	8:00 - 10:00	10:00 -12:00	13:00 - 15:00	15:00 - 17:00	
1 operario	1	1	1	1	
2 operario	1	1	1	1	
3 operario	1	1	1	1	
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>12</b>
Sábado	8:00 - 10:00	10:00 -12:00	13:00 - 15:00	15:00 - 17:00	
1 operario	1	1	1	1	
2 operario	1	1	1	1	
3 operario	1	1	1	1	
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>12</b>

<b>Total</b>	<b>72</b>
--------------	-----------

## ANEXO N° 5 OBSERVACION Y ENCUESTAS DE DEFECTOS

### ANEXO N°5.1 :OBSERVACIÓN DEFECTOS 5'S

N°	DEFECTOS	Promedio (min)
3	Herramientas empleadas defectuosas	4.0
5	Búsqueda de herramientas	3.0
9	Demora en la identificación de piezas	1.3

### ANEXO N°5.2 :OBSERVACIÓN DEFECTOS JIT

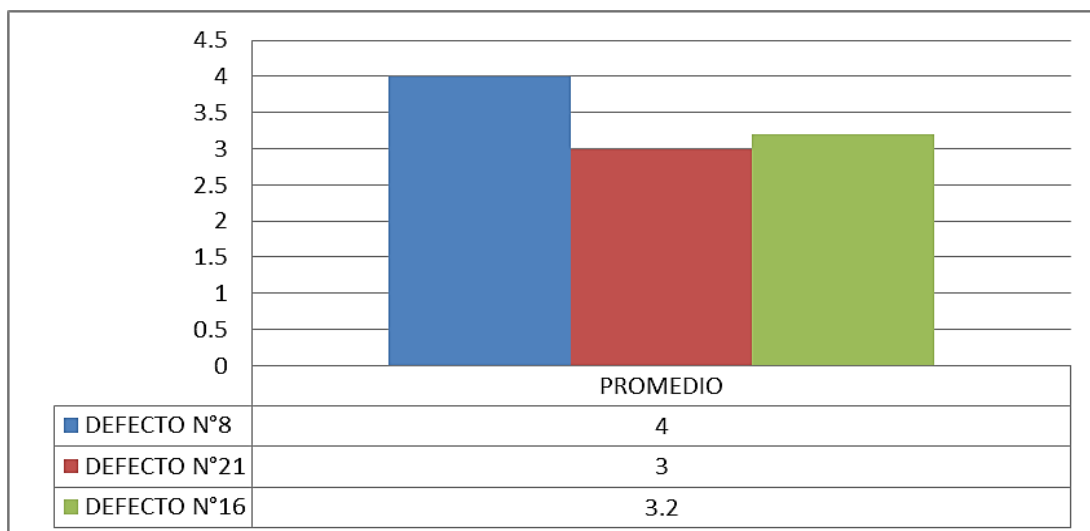
N°	DEFECTOS	Promedio (min)
2	Toma de medidas repetitivas	10.37
7	Proceso inadecuado de soldadura	14.19
1	Transporte de material	8.40
6	Armado de manera convencional	10.00

### ANEXO N°5.3:ENCUESTA PARA EVALUAR FRECUENCIA DE DEFECTOS

N°	PREGUNTA - DEFECTOS	Promedio (min)
8	¿Cuántos minutos se retrasa el proceso de producción de una cocina si el área de ensamble no se encuentra despejada?	4.00
21	¿Cuántos minutos toma el pulir las superficies cortantes	3.00
16	¿Cuánto tiempo se pierde al no saber las cantidades exactas de materia prima a utilizar en la producción de cocinas ?	3.20

### ANEXO N° 5.4.:RESPUESTA DE ENCUESTA PARA EVALUAR EL TIEMPO DE DEFECTOS

N°	PREGUNTA - DEFECTOS	Oper. 1	Oper. 2	Oper. 3	Promedio (min)
8	¿Cuántos minutos se retrasa el proceso de producción de una cocina si el área de ensamble no se encuentra despejada?	3	4	4	4
21	¿Cuántos minutos toma el pulir las superficies cortantes?	3	3	3	3
16	¿Cuánto tiempo se pierde al no saber las cantidades exactas de materia prima a utilizar en la producción de cocinas?	3	2	3	3



### ANEXO N°5.5: MODELO DE ENCUESTA PARA EVALUAR EL TIEMPO DE DEFECTOS

<b>ENCUESTA DE EVALUACIÓN DE DEFECTOS</b>						
<p>Estimado operador: En esta oportunidad se tiene como objetivo evaluar según su criterio y experiencia algunos pasos del proceso de fabricación de cocinas a gas. De antemano muchas gracias por su colaboración y por la valiosa información que nos proporcionará.</p>						
<b>1</b>	¿Cuántos minutos se retrasa el proceso de fabricación de una cocina si el área de ensamble no se encuentra despejada?	1	2	3	4	5
<b>2</b>	¿Cuántos minutos toma el pulir las superficies cortantes?	1	2	3	4	5
<b>3</b>	¿Cuánto tiempo se pierde al no saber las cantidades exactas de materia prima a utilizar en la fabricación de cocinas?	1	2	3	4	5

## ANEXO N° 6 NUEVO TIEMPO DE CICLO

<b>DIAGRAMA HOMBRE – MAQUINA</b>																	
Hoja N°01 - De:01 Diagrama N°:01			<b>Proceso: Fabricación de cocina de dos hornillas a gas</b>														
<b>Fecha:09 de enero del 2019</b>			<b>Elaborado por :</b> – Cursi Cahuachia Juan – Valdivia Castro Yesby				<b>Maquina 1:</b> Cortadora de Planchas			<b>Maquina 3:</b> Maquina de Soldar			<b>Maquina 5:</b> Comprensora				
<b>El estudio Inicia:</b> Transporte de materia prima			<b>Operario:</b> Michell Cosi Taco				<b>Maquina 2:</b> Dobladora de planchas			<b>Maquina 4:</b> Horno de Secado			<b>Maquina 6:</b> Taladro de banco				
<b>Operario (01 OP)</b>			<b>Maquina 1 (CP )</b>		<b>Maquina 2 (DP)</b>		<b>Maquina 3 (MS)</b>		<b>Maquina 4 (HS)</b>		<b>Maquina 5 ( C )</b>		<b>Maquina 6 (TB)</b>				
Ítem	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad			
1	300 s	Transporte de materia prima al área de operaciones	300 s	Inactividad	300 s	Inactividad	300s	Inactividad	300 s	Inactividad	300 s	Inactividad	300 s	Inactividad			
2	220:00 s	Habilitado de soportes	220:00 s	Inactividad	220 s	Inactividad	220 s	Inactividad	220 s	Inactividad	220 s	Inactividad	220 s	Inactividad			
3	290 s	Habilitado de varillas de fierro para parrilla	290 s	Inactividad	290 s	Inactividad	290 s	Inactividad	290 s	Inactividad	290 s	Inactividad	290 s	Inactividad			
4	280 s	Habilitados de uniones	280 s	Inactividad	280 s	Inactividad	300 s	Inactividad	300 s	Inactividad	300 s	Inactividad	130 s	Inactividad			
													190 s	Inactividad			
5	310 s	Habilitado de platina	310 s	Inactividad	310 s	Inactividad	310 s	Inactividad	310 s	Inactividad	310 s	Inactividad	120 s	Actividad			
6	180 s	Habilitado de ángulos de soporte	180 s	Inactividad	180 s	Inactividad	180 s	Inactividad	180 s	Inactividad	180 s	Inactividad	180 s	Inactividad			
7	450 s	Habilitado de codos	450 s	Inactividad	450 s	Inactividad	450 s	Inactividad	450 s	Inactividad	450 s	Inactividad	450 s	Inactividad			



8	620 s	Habilitado de cámara de gas	620 s	Inactividad	620 s	Inactividad	420 s	Inactividad	620 s	Inactividad	620 s	Inactividad	620 s	Actividad
							200 s	Actividad						
9	524 s	Habilitado de planchas laterales	244 s	Inactividad	424 s	Inactividad	524 s	Inactividad	524 s	Inactividad	524 s	Inactividad	524 s	Inactividad
			180 s	Actividad										
			100 s	Inactividad	100 s	Actividad								
10	1080 s	Primer ensamble	1080 s	Inactividad	1080 s	Inactividad	1080 s	Actividad	1080 s	Inactividad	1080 s	Inactividad	1080 s	Inactividad
11	788 s	Acabado de estructura inicial	788 s	Inactividad	788 s	Inactividad	788 s	Inactividad	788 s	Inactividad	548 s	Inactividad	788 s	Inactividad
											240 s	Actividad		
12	493 s	Habilitado de plancha frontal	247 s	Inactividad	367 s	Inactividad	493 s	Inactividad	1200 s	Actividad	493 s	Inactividad	493 s	Inactividad
			80 s	Actividad										
			166 s	Inactividad	126 s	Actividad								
13	554 s	Ensamble y acabado de la unión de platina y codo	554 s	Inactividad	554 s	Inactividad	179 s	Actividad	554 s	Inactividad	554 s	Inactividad	554 s	Inactividad
							375 s	Inactividad						
14	873 s	Espera del horno y secado de unión de platina y codo después del pintado	1353 s	Inactividad	1353 s	Inactividad	1353 s	Inactividad	1353 s	Inactividad	1353 s	Inactividad	1353 s	Inactividad
15	180 s	Retiro de la cocina del horno para el enfriamiento	180 s	Inactividad	180 s	Inactividad	180 s	Inactividad	180 s	Inactividad	180 s	Inactividad	180 s	Inactividad
16	900 s	Enfriamiento de la cocina al ambiente	900 s	Inactividad	900 s	Inactividad	900 s	Inactividad	900 s	Inactividad	900 s	Inactividad	900 s	Inactividad
17	780 s	Ensamble final	780 s	Inactividad	780 s	Inactividad	780 s	Inactividad	780 s	Inactividad	780 s	Inactividad	780 s	Inactividad

TIPO	TIEMPO DEL CICLO (SEG.)	TIEMPO DE ACCIÓN (SEG.)	TIEMPO DE INACTIVIDAD (SEG.)
Operario	8822.00	7229.00	1593.00
M1	8822.00	260.00	8562.00
M2	8822.00	226.00	8656.00
M3	8822.00	1459.00	7362.00
M4	8822.00	1200.00	7622.00
M5	8822.00	240.00	6382.00
M6	8822.00	270.00	8552.00

	Actividad Operario
	Actividad Maquina 1
	Actividad Maquina 2
	Actividad Maquina 3
	Actividad Maquina 4
	Actividad Maquina 5
	Actividad Maquina 6
	Inactividad

## ANEXO N° 7 DESARROLLO DE PANORAMAS

### ANEXO N°7.1: PANORAMAS DE DEFECTOS A SOLUCIONAR CON 5'S

N°	DEFECTOS	Costo de Hora	TIEMPO ACTUAL OBSERVADO					
			Min (1 cocina)	Min (Lote 72 cocinas)	Hora	Costo semanal	Costo mensual	Costo anual
3	Herramientas empleadas defectuosas	S/. 6.25	4	288	4.48	S/. 28.00	S/. 112.00	S/. 1,344.00
5	Búsqueda de herramientas	S/. 6.25	3	216	3.36	S/. 21.00	S/. 84.00	S/. 1,008.00
8	Área de ensamble no despejada	S/. 6.25	4	288	4.48	S/. 28.00	S/. 112.00	S/. 1,344.00
9	Demora en la identificación de piezas	S/. 6.25	1.3	93.6	1.48	S/. 9.25	S/. 37.00	S/. 444.00
<b>TOTAL</b>						<b>S/. 86.25</b>	<b>S/. 345.00</b>	<b>S/. 4,140.00</b>

<b>Reducción 1 minuto</b>					
<b>Min (1 cocina )</b>	<b>Min (Lote 72 cocinas )</b>	<b>Hora</b>	<b>Costo semanal</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo anual</b>
3	216	3.36	S/. 21.00	S/. 84.00	S/. 1,008.00
2	144	2.24	S/. 14.00	S/. 56.00	S/. 672.00
3	216	3.36	S/. 21.00	S/. 84.00	S/. 1,008.00
0.3	21.6	0.36	S/. 2.25	S/. 9.00	S/. 108.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 58.25</b>	<b>S/. 233.00</b>	<b>S/. 2,796.00</b>

<b>Reducción 2 minutos</b>					
<b>Min (1 cocina )</b>	<b>Min (Lote 72 cocinas )</b>	<b>Hora</b>	<b>Costo semanal</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo anual</b>
2	144	2.24	S/. 14.00	S/. 56.00	S/. 672.00
1	72	1.12	S/. 7.00	S/. 28.00	S/. 336.00
2	144	2.24	S/. 14.00	S/. 56.00	S/. 672.00
0	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 35.00</b>	<b>S/. 140.00</b>	<b>S/. 1,680.00</b>

<b>Reducción 3 minutos</b>					
<b>Min (1 cocina )</b>	<b>Min (Lote 72 cocinas )</b>	<b>Hora</b>	<b>Costo semanal</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo anual</b>
1	72	1.12	S/. 7.00	S/. 28.00	S/. 336.00
0	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
1	72	1.12	S/. 7.00	S/. 28.00	S/. 336.00
0	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 14.00</b>	<b>S/. 56.00</b>	<b>S/. 672.00</b>

**ANEXO N°7.2: PANORAMAS DE DEFECTOS A SOLUCIONAR CON JIT**

N°	DEFECTOS	TIEMPO ACTUAL OBSERVADO						
		Costo de Hora	Min (1 cocina )	Min (Lote 72 cocinas )	Hora	Costo semanal	Costo mensual	Costo anual
2	Toma de medidas repetitivas	S/. 6.25	10.37	747	12.27	S/. 76.69	S/. 306.75	S/. 3,681.00
1	Transporte de material	S/. 6.25	8.40	605	10.05	S/. 62.81	S/. 251.25	S/. 3,015.00
7	Proceso inadecuado de soldadura	S/. 6.25	14.19	1022	17.02	S/. 106.38	S/. 425.50	S/. 5,106.00
6	Armado de manera convencional	S/. 6.25	10.00	720	12.00	S/. 75.00	S/. 300.00	S/. 3,600.00
21	Acabado con superficies cortantes	S/. 6.25	3.00	216	3.36	S/. 21.00	S/. 84.00	S/. 1,008.00
16	Falta de conocimiento de materia prima a emplear (1 cocina)	S/. 6.25	3.20	230	3.50	S/. 21.88	S/. 87.50	S/. 1,050.00
18	Falta de termómetro de temperatura	S/. 6.25	20.00	40	0.67	S/. 4.19	S/. 16.75	S/. 201.00
<b>TOTAL</b>						<b>S/. 367.94</b>	<b>S/. 1,471.75</b>	<b>S/. 17,661.00</b>

<b>Reducción 1 minuto</b>					
Min (1 cocina )	Min (Lote 72 cocinas )	Hora	Costo semanal	Costo mensual	Costo anual
9.37	675	11.15	S/. 69.69	S/. 278.75	S/. 3,345.00
7.40	533	8.53	S/. 53.31	S/. 213.25	S/. 2,559.00
13.19	950	15.50	S/. 96.88	S/. 387.50	S/. 4,650.00
9.00	648	10.48	S/. 65.50	S/. 262.00	S/. 3,144.00
2.00	144	2.24	S/. 14.00	S/. 56.00	S/. 672.00
2.20	158	2.38	S/. 14.88	S/. 59.50	S/. 714.00
20.00	40	0.67	S/. 4.19	S/. 16.75	S/. 201.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 318.44</b>	<b>S/. 1,273.75</b>	<b>S/. 15,285.00</b>

<b>Reducción 2 minutos</b>					
Min (1 cocina )	Min (Lote 72 cocinas )	Hora	Costo semanal	Costo mensual	Costo anual
8.37	603	10.03	S/. 62.69	S/. 250.75	S/. 3,009.00
6.40	461	7.41	S/. 46.31	S/. 185.25	S/. 2,223.00
12.19	878	14.38	S/. 89.88	S/. 359.50	S/. 4,314.00
8.00	576	9.36	S/. 58.50	S/. 234.00	S/. 2,808.00
1.00	72	1.12	S/. 7.00	S/. 28.00	S/. 336.00
1.20	86	1.26	S/. 7.88	S/. 31.50	S/. 378.00
20.00	40	0.67	S/. 4.19	S/. 16.75	S/. 201.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 276.44</b>	<b>S/. 1,105.75</b>	<b>S/. 13,269.00</b>

<b>Reducción 3 minutos</b>					
Min (1 cocina )	Min (Lote 72 cocinas )	Hora	Costo semanal	Costo mensual	Costo anual
7.37	531	8.51	S/. 53.19	S/. 212.75	S/. 2,553.00
5.40	389	6.29	S/. 39.31	S/. 157.25	S/. 1,887.00
11.19	806	13.26	S/. 82.88	S/. 331.50	S/. 3,978.00
7.00	504	8.24	S/. 51.50	S/. 206.00	S/. 2,472.00
0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
0.20	14	0.23	S/. 1.44	S/. 5.75	S/. 69.00
20.00	40	0.67	S/. 4.19	S/. 16.75	S/. 201.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 232.50</b>	<b>S/. 930.00</b>	<b>S/. 11,160.00</b>

<b>Reducción 4 minutos</b>					
Min (1 cocina )	Min (Lote 72 cocinas )	Hora	Costo semanal	Costo mensual	Costo anual
6.37	459	7.39	S/. 46.19	S/. 184.75	S/. 2,217.00
4.40	317	5.17	S/. 32.31	S/. 129.25	S/. 1,551.00
10.19	734	12.14	S/. 75.88	S/. 303.50	S/. 3,642.00
6.00	432	7.12	S/. 44.50	S/. 178.00	S/. 2,136.00
0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
20.00	40	0.67	S/. 4.19	S/. 16.75	S/. 201.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 203.07</b>	<b>S/. 812.25</b>	<b>S/. 9,747.00</b>

<b>Reducción 5 minutos</b>						
<b>Costo de Hora</b>	<b>Min (1 cocina )</b>	<b>Min (Lote 72 cocinas )</b>	<b>Hora</b>	<b>Costo semanal</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo anual</b>
S/. 6.25	5.37	387	6.27	S/. 39.19	S/. 156.75	S/. 1,881.00
S/. 6.25	3.40	245	4.05	S/. 25.31	S/. 101.25	S/. 1,215.00
S/. 6.25	9.19	662	11.02	S/. 68.88	S/. 275.50	S/. 3,306.00
S/. 6.25	5.00	360	6.00	S/. 37.50	S/. 150.00	S/. 1,800.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	20.00	40	0.67	S/. 4.19	S/. 16.75	S/. 201.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 175.06</b>	<b>S/. 700.25</b>	<b>S/. 8,403.00</b>

<b>Reducción 6 minutos</b>						
<b>Costo de Hora</b>	<b>Min (1 cocina )</b>	<b>Min (Lote 72 cocinas )</b>	<b>Hora</b>	<b>Costo semanal</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo anual</b>
S/. 6.25	4.37	315	5.15	S/. 32.19	S/. 128.75	S/. 1,545.00
S/. 6.25	2.40	173	2.53	S/. 15.81	S/. 63.25	S/. 759.00
S/. 6.25	8.19	590	9.50	S/. 59.38	S/. 237.50	S/. 2,850.00
S/. 6.25	4.00	288	4.48	S/. 28.00	S/. 112.00	S/. 1,344.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	20.00	40	0.67	S/. 4.19	S/. 16.75	S/. 201.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 139.56</b>	<b>S/. 558.25</b>	<b>S/. 6,699.00</b>

<b>Reducción 7 minutos</b>						
<b>Costo de Hora</b>	<b>Min (1 cocina )</b>	<b>Min (Lote 72 cocinas )</b>	<b>Hora</b>	<b>Costo semanal</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo anual</b>
S/. 6.25	3.37	243	4.03	S/. 25.19	S/. 100.75	S/. 1,209.00
S/. 6.25	1.40	101	1.41	S/. 8.81	S/. 35.25	S/. 423.00
S/. 6.25	7.19	518	4.38	S/. 27.38	S/. 109.50	S/. 1,314.00
S/. 6.25	3.00	216	3.36	S/. 21.00	S/. 84.00	S/. 1,008.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	20.00	40	0.67	S/. 4.19	S/. 16.75	S/. 201.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 86.56</b>	<b>S/. 346.25</b>	<b>S/. 4,155.00</b>

<b>Reducción 8 minutos</b>						
<b>Costo de Hora</b>	<b>Min (1 cocina )</b>	<b>Min (Lote 72 cocinas )</b>	<b>Hora</b>	<b>Costo semanal</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo anual</b>
S/. 6.25	2.37	171	2.51	S/. 15.69	S/. 62.75	S/. 753.00
S/. 6.25	0.40	29	0.48	S/. 3.00	S/. 12.00	S/. 144.00
S/. 6.25	6.19	446	7.26	S/. 45.38	S/. 181.50	S/. 2,178.00
S/. 6.25	2.00	144	2.24	S/. 14.00	S/. 56.00	S/. 672.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	20.00	40	0.67	S/. 4.19	S/. 16.75	S/. 201.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 82.25</b>	<b>S/. 329.00</b>	<b>S/. 3,948.00</b>

<b>Reducción 9 minutos</b>						
<b>Costo de Hora</b>	<b>Min (1 cocina )</b>	<b>Min (Lote 72 cocinas )</b>	<b>Hora</b>	<b>Costo semanal</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo anual</b>
S/. 6.25	1.37	99	1.39	S/. 8.69	S/. 34.75	S/. 417.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	5.19	374	6.14	S/. 38.38	S/. 153.50	S/. 1,842.00
S/. 6.25	1.00	72	1.12	S/. 7.00	S/. 28.00	S/. 336.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	20.00	40	0.67	S/. 4.19	S/. 16.75	S/. 201.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 58.25</b>	<b>S/. 233.00</b>	<b>S/. 2,796.00</b>

<b>Reducción 10 minutos</b>						
<b>Costo de Hora</b>	<b>Min (1 cocina )</b>	<b>Min (Lote 72 cocinas )</b>	<b>Hora</b>	<b>Costo semanal</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo anual</b>
S/. 6.25	0.37	27	0.44	S/. 2.78	S/. 11.10	S/. 133.20
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	4.19	302	5.02	S/. 31.38	S/. 125.50	S/. 1,506.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	20.00	40	0.67	S/. 4.19	S/. 16.75	S/. 201.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 38.34</b>	<b>S/. 153.35</b>	<b>S/. 1,840.20</b>



<b>Reducción 11 minutos</b>						
<b>Costo de Hora</b>	<b>Min (1 cocina )</b>	<b>Min (Lote 72 cocinas )</b>	<b>Hora</b>	<b>Costo semanal</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo anual</b>
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	3.19	230	3.50	S/. 21.88	S/. 87.50	S/. 1,050.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	20.00	40	0.67	S/. 4.19	S/. 16.75	S/. 201.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 26.06</b>	<b>S/. 104.25</b>	<b>S/. 1,251.00</b>

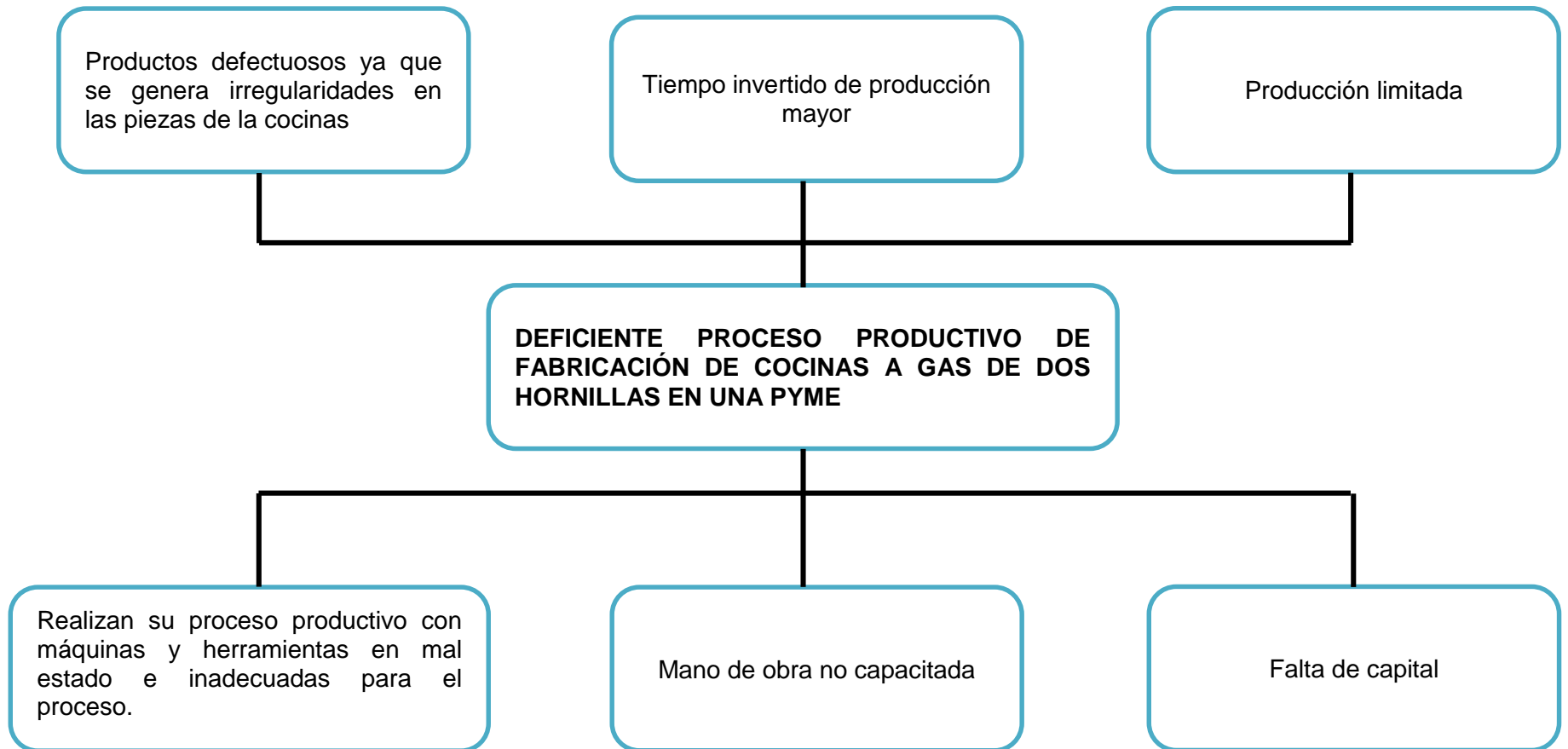
<b>Reducción 12 minutos</b>						
<b>Costo de Hora</b>	<b>Min (1 cocina )</b>	<b>Min (Lote 72 cocinas )</b>	<b>Hora</b>	<b>Costo semanal</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo anual</b>
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	2.19	158	2.38	S/. 14.88	S/. 59.50	S/. 714.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	20.00	40	0.67	S/. 4.19	S/. 16.75	S/. 201.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 19.06</b>	<b>S/. 76.25</b>	<b>S/. 915.00</b>

<b>Reducción 13 minutos</b>						
<b>Costo de Hora</b>	<b>Min (1 cocina )</b>	<b>Min (Lote 72 cocinas )</b>	<b>Hora</b>	<b>Costo semanal</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo anual</b>
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	1.19	86	2.38	S/. 14.88	S/. 59.50	S/. 714.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	20.00	40	0.67	S/. 4.19	S/. 16.75	S/. 201.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 19.06</b>	<b>S/. 76.25</b>	<b>S/. 915.00</b>

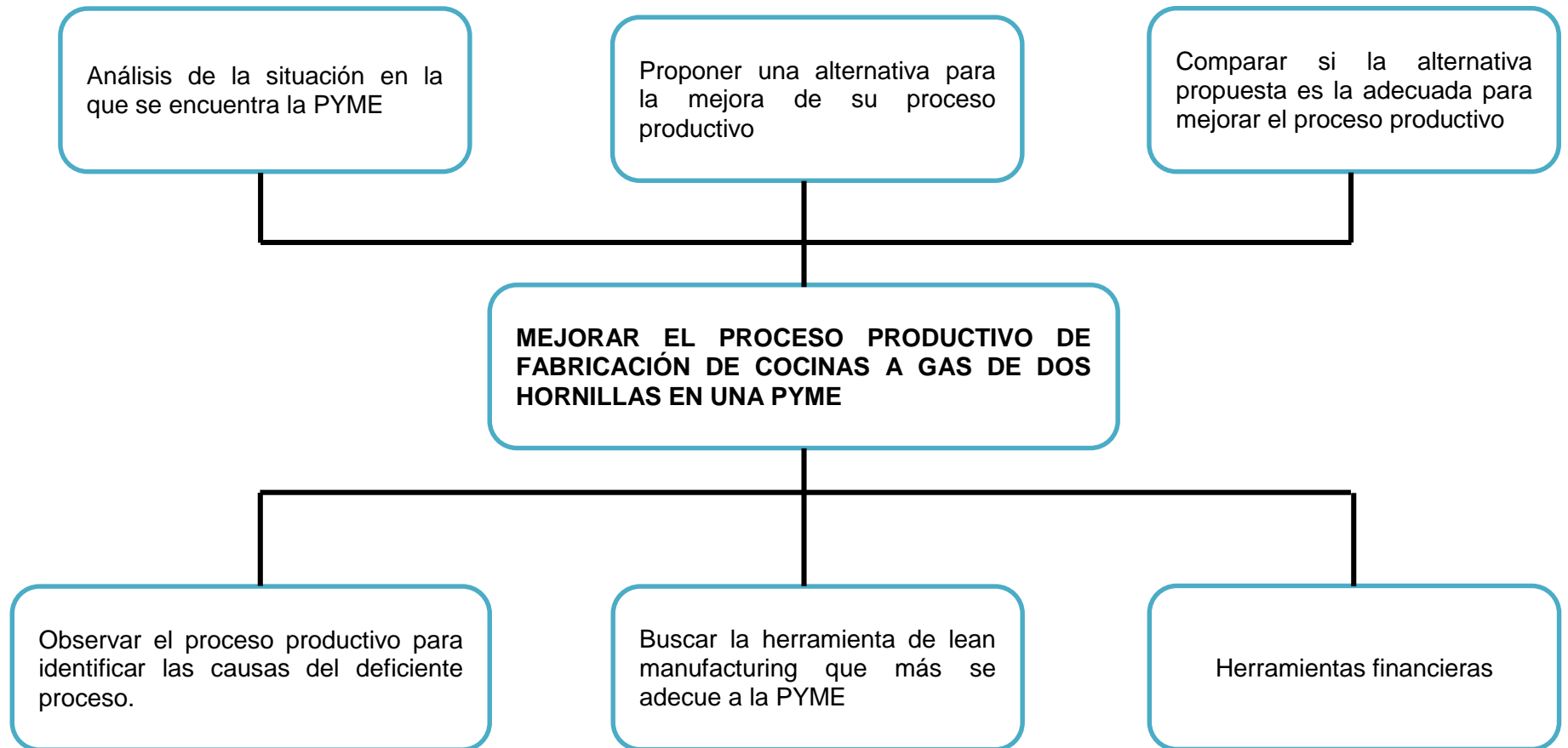
## Reducción 14 minutos

Costo de Hora	Min (1 cocina)	Min (Lote 72 cocinas)	Hora	Costo semanal	Costo mensual	Costo anual
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	0.19	14	0.23	S/. 1.43	S/. 5.70	S/. 68.40
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	0.00	0	0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
S/. 6.25	20.00	40	0.67	S/. 4.19	S/. 16.75	S/. 201.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 5.61</b>	<b>S/. 22.45</b>	<b>S/. 269.40</b>

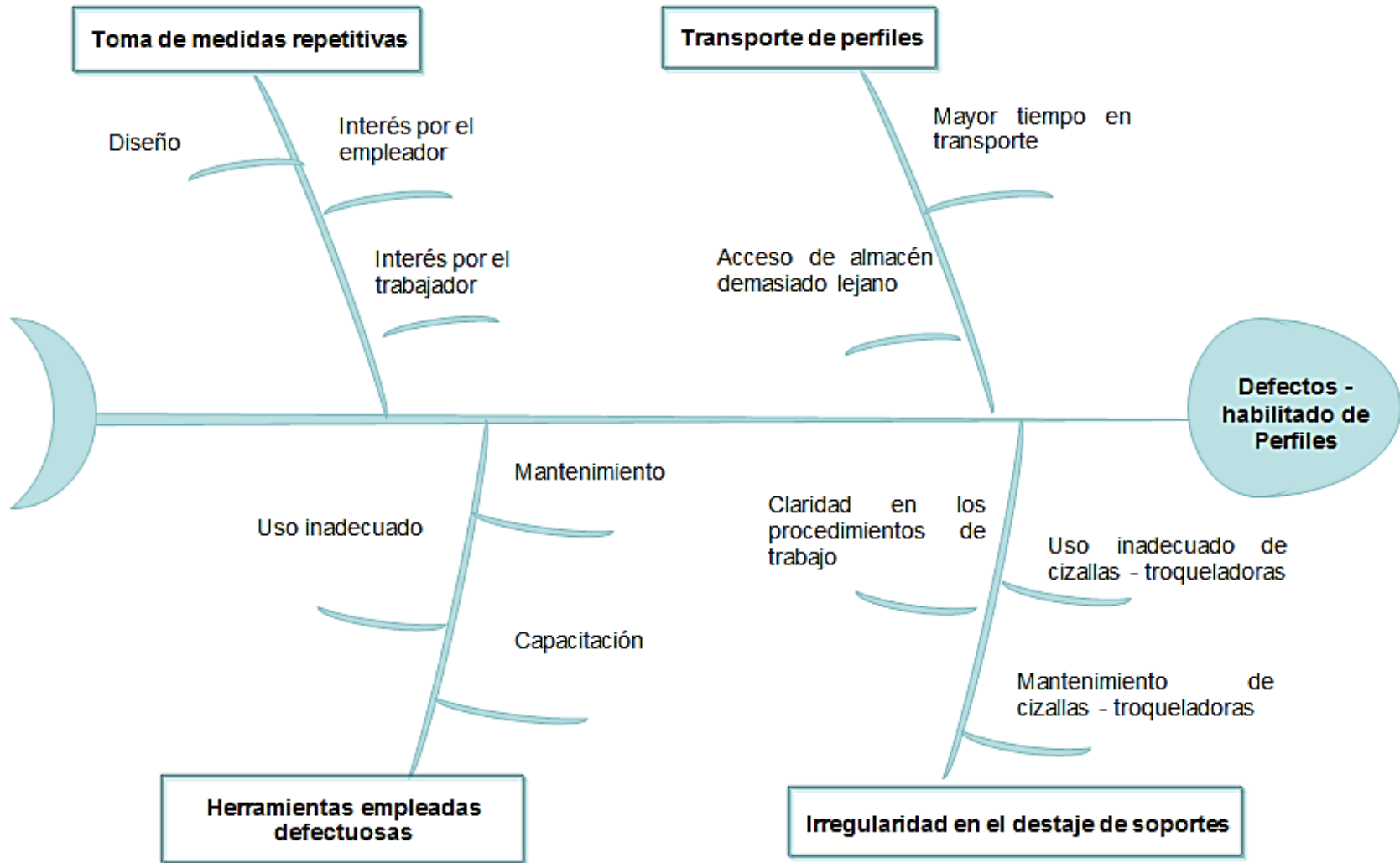
## ANEXO N° 8 DIAGRAMA CAUSA-EFECTO

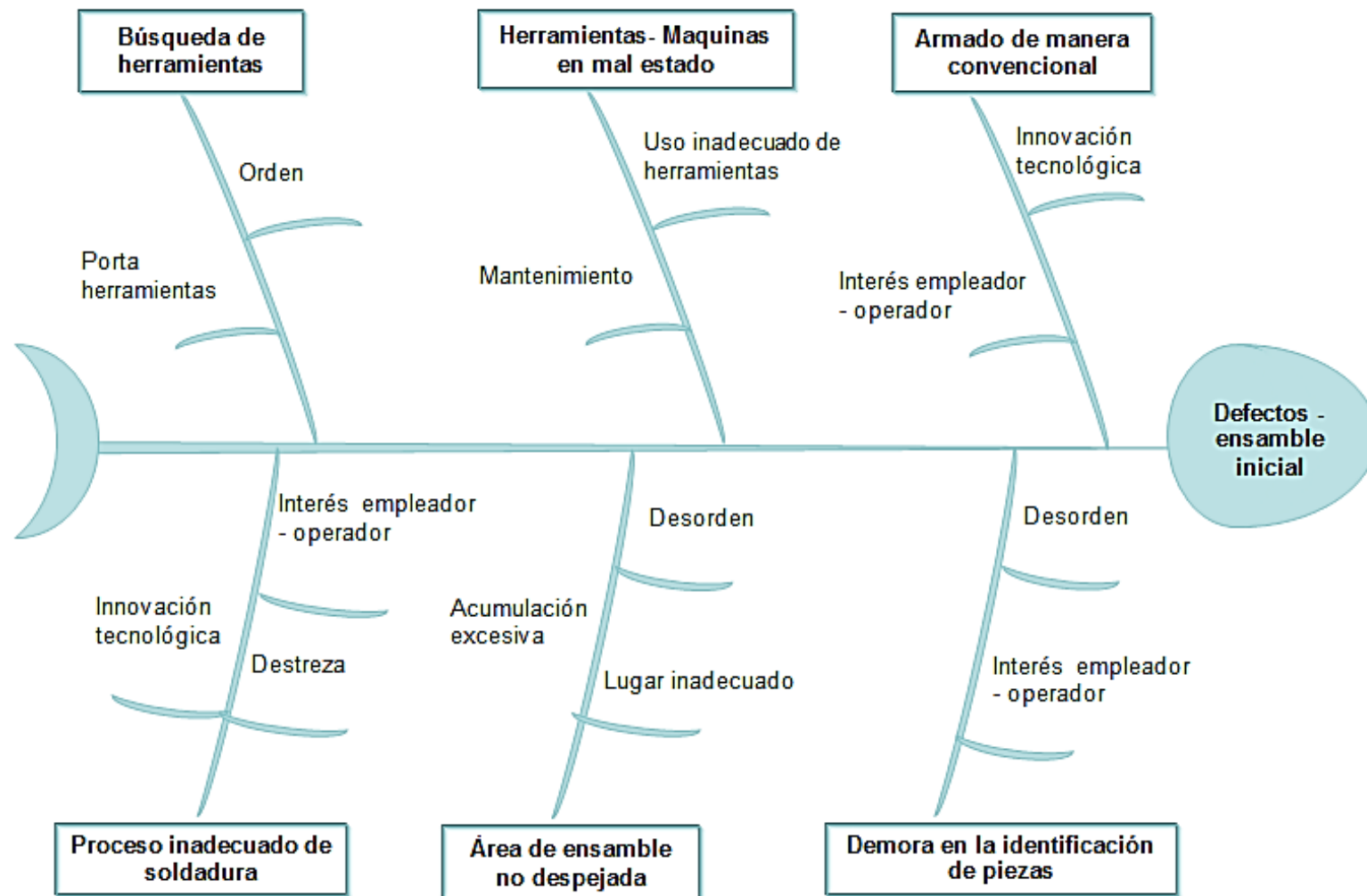


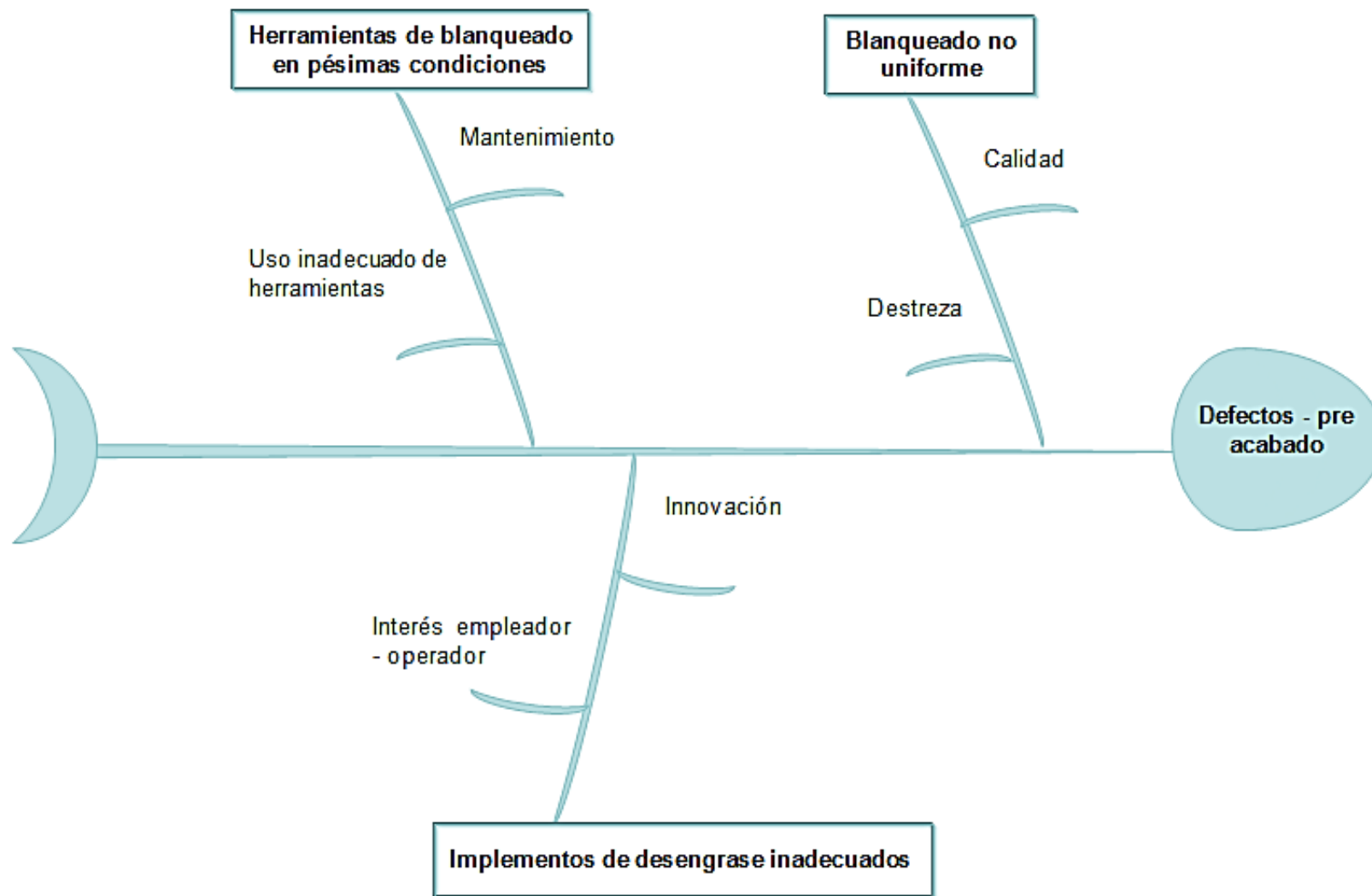
## ANEXO N° 9 DIAGRAMA MEDIOS Y FINES

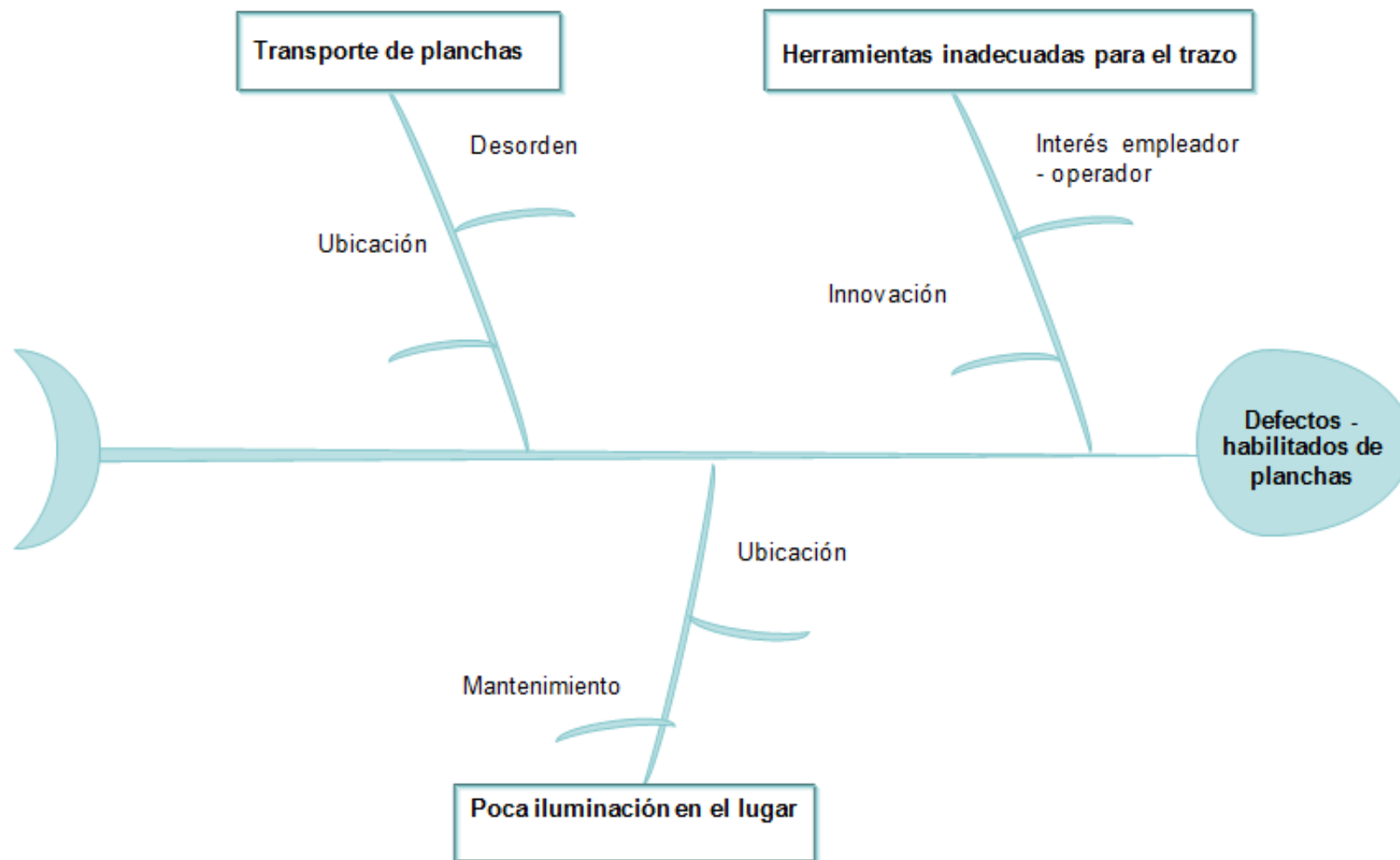


ANEXO N° 10 DIAGRAMAS CAUSA – EFECTO PARA DEFECTO PRIORITARIOS

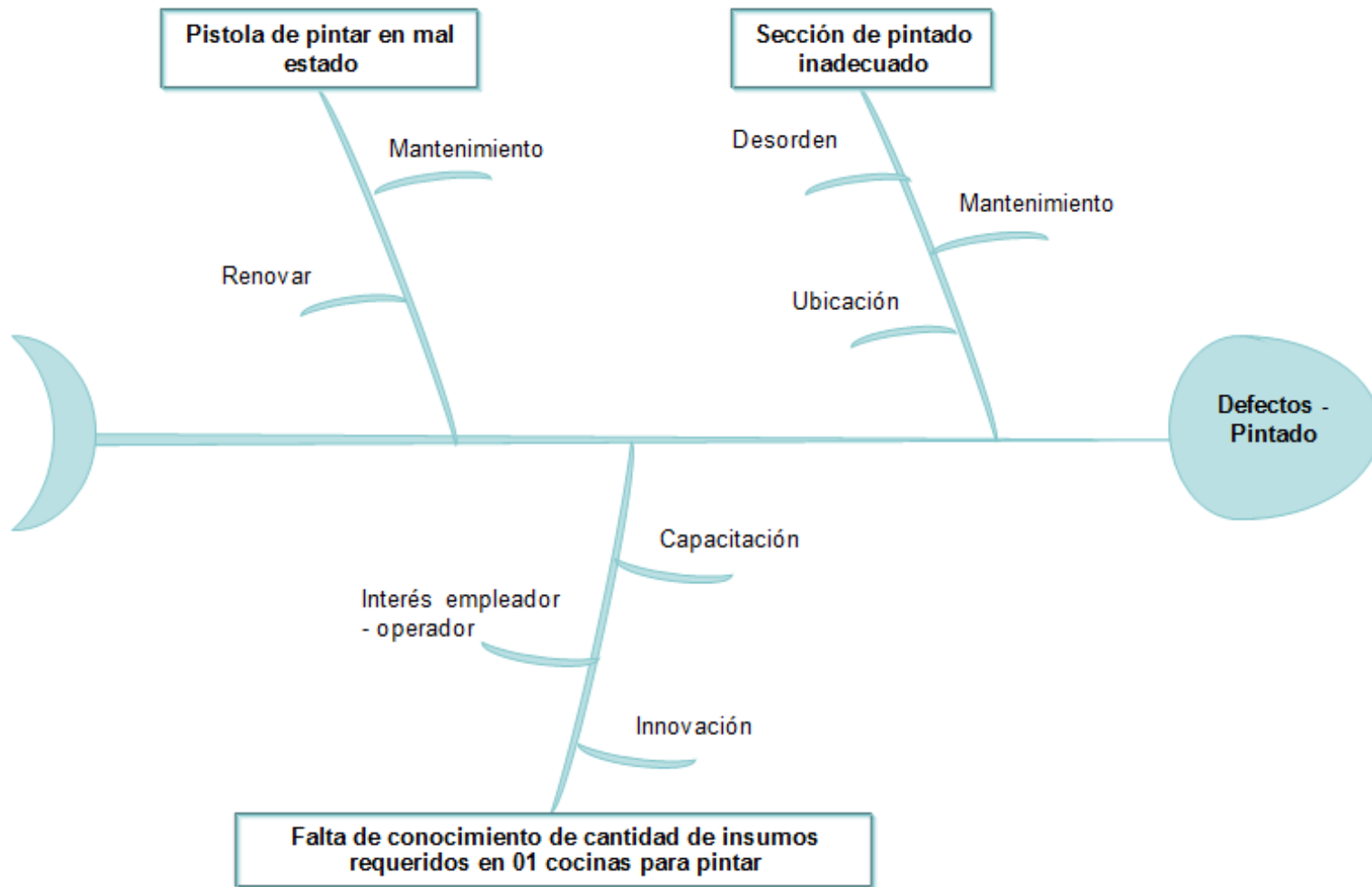


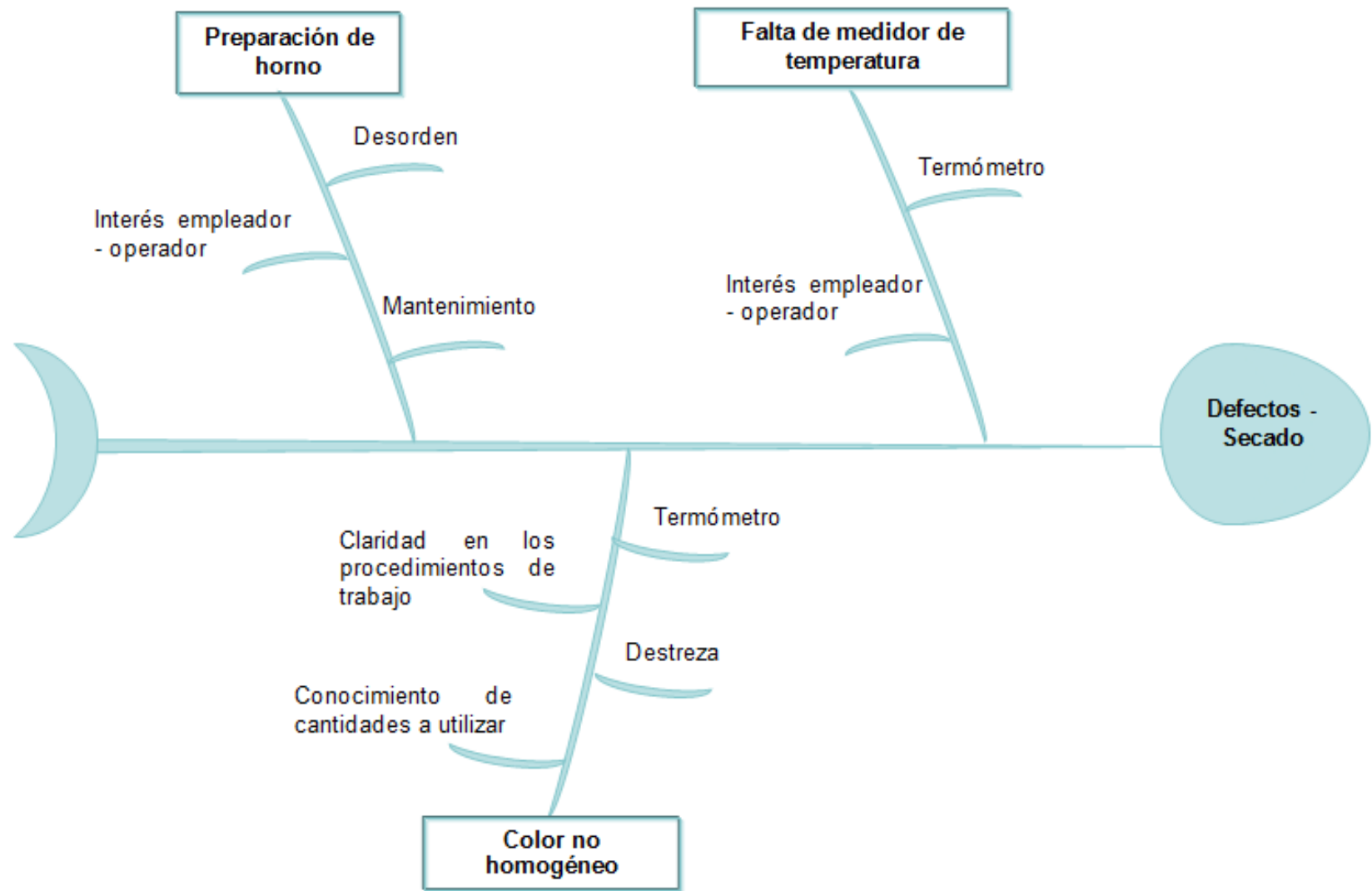


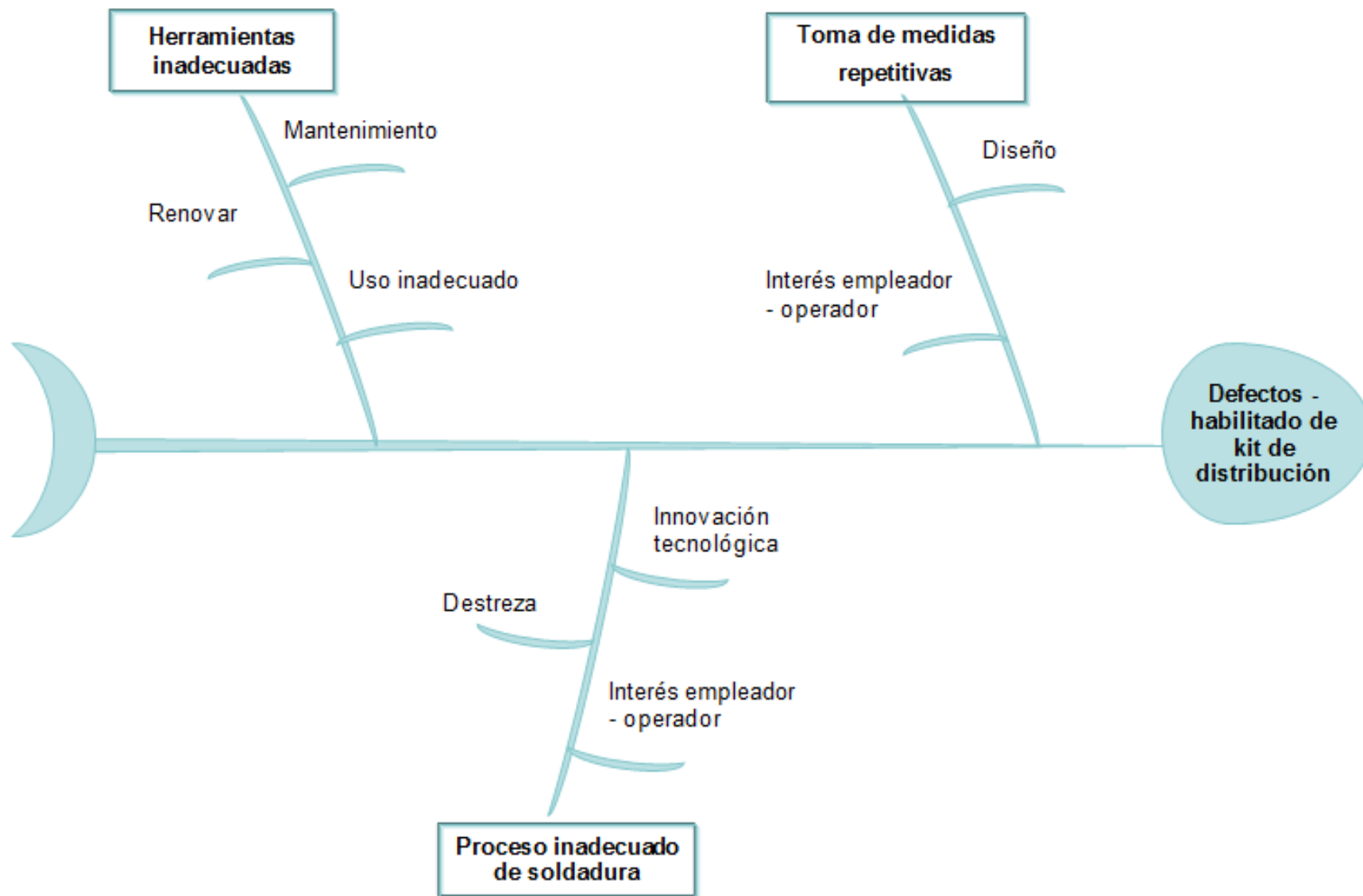


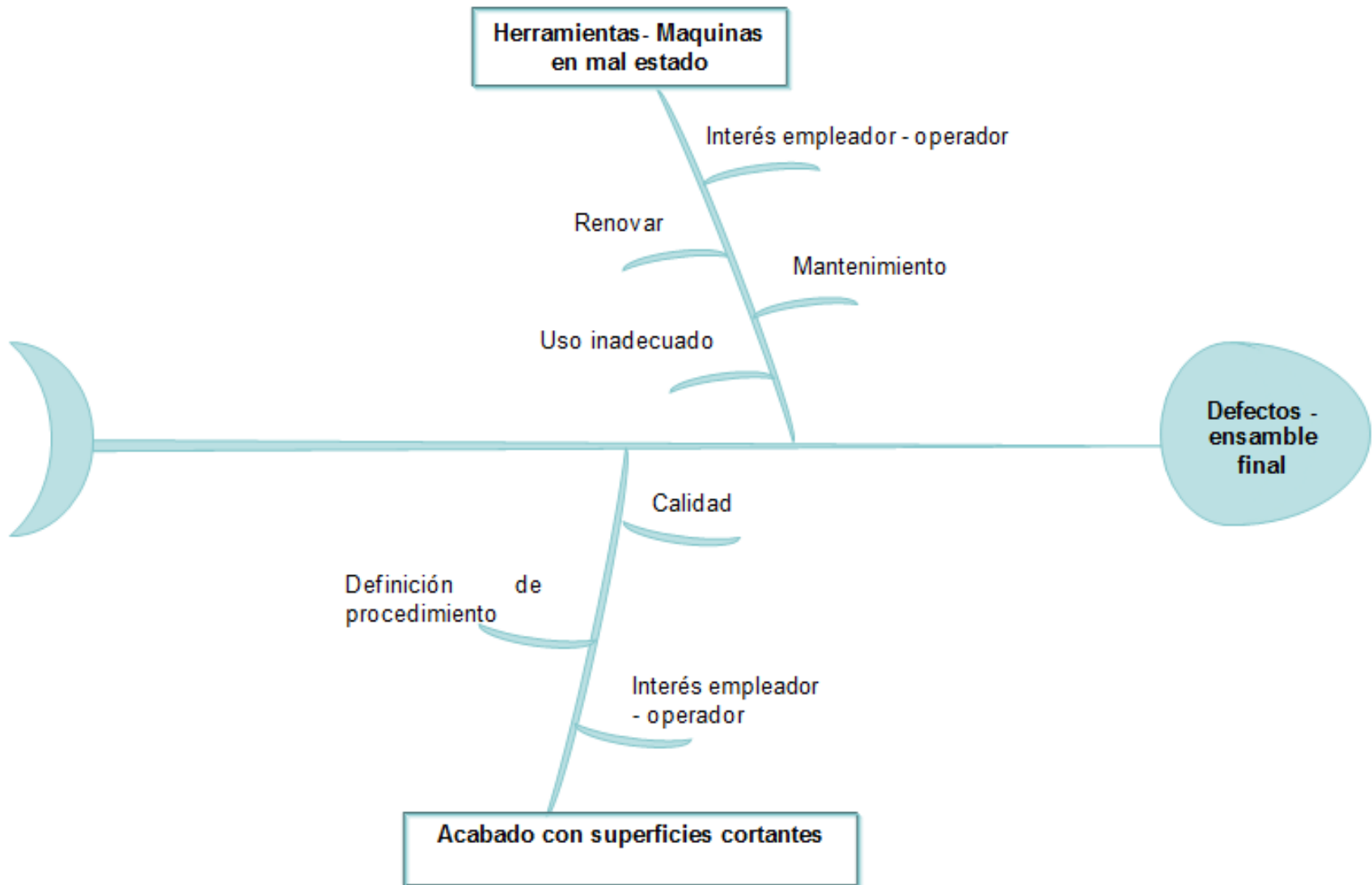




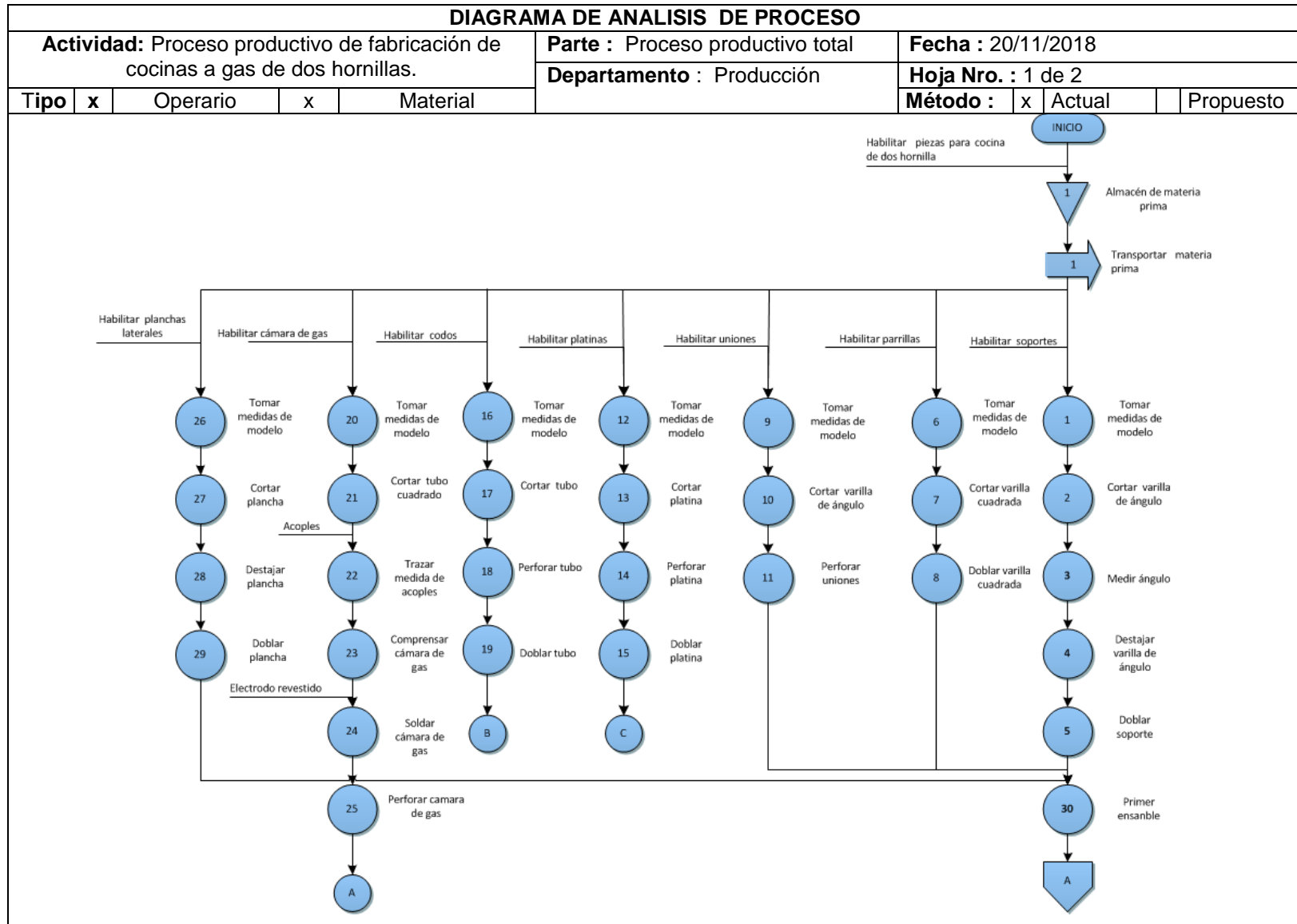






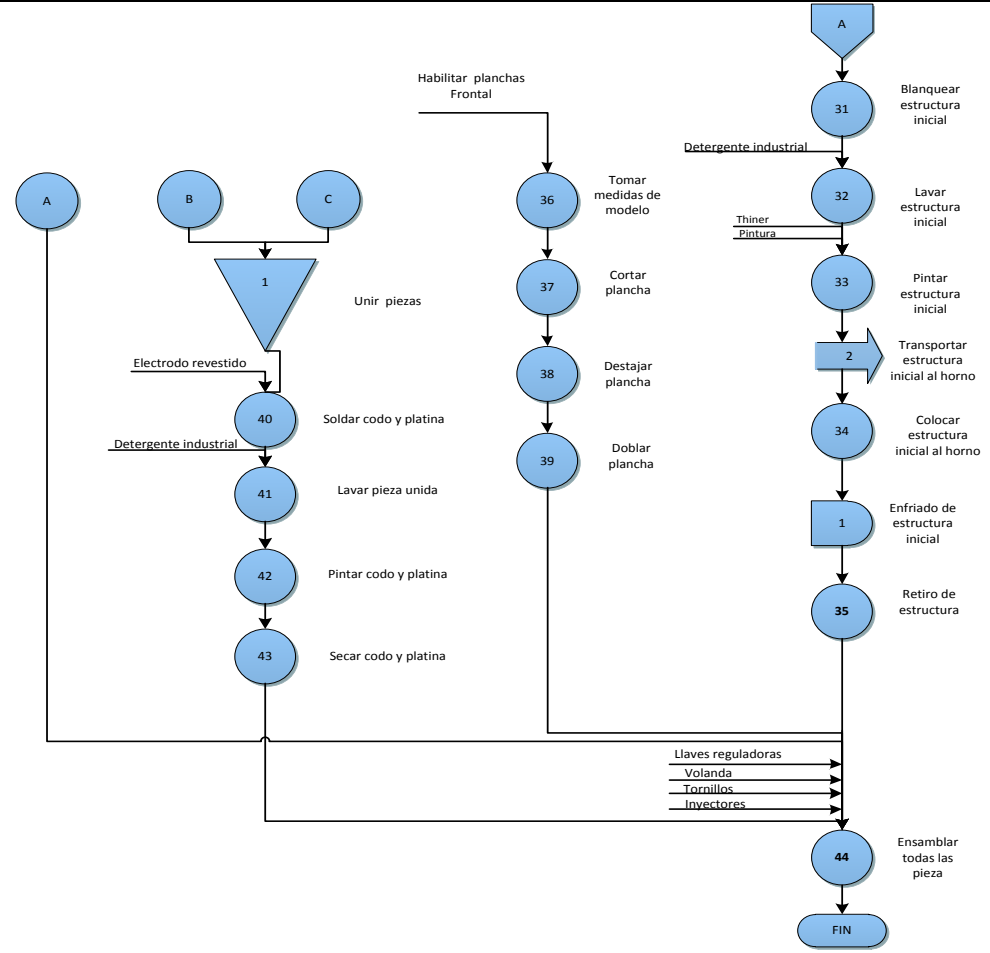


## ANEXO N° 11 DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO (DAP)



### DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO


<b>Actividad:</b> Proceso productivo de fabricación de cocinas a gas de dos hornillas.				<b>Parte :</b> Proceso productivo total		<b>Fecha :</b> 20/11/2018	
				<b>Departamento :</b> Producción		<b>Hoja Nro. :</b> 1 de 2	
<b>Tipo</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	Operario	<input checked="" type="checkbox"/>	Material	<b>Método :</b> <input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Actual
					<input type="checkbox"/> Propuesto		



Leyenda	
Almacenamiento	2
Espera	1
Combinación	1
Operación	44
Transporte	2

## ANEXO N°12: TIEMPOS DE FABRICACIÓN

PROCESO - OPERARIO N° 01	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	PROMEDIO
	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado
<b>TRANSPORTE DE MATERIAL</b>					
Transporte de varilla de fierro cuadrado y varilla de angulo.	126	122	123	122	124
Transporte de tubo redondo , tubo cuadrado y platina.	182	175	183	173	178
<b>HABILITADO DE SOPORTES</b>					
Toma de medidas	119	121	125	127	123
Destajo de soportes	93	95	100	94	96
<b>HABILITADO DE VARILLAS DE FIERRO PARA PARRILLA</b>					
Toma de medida	134	137	135	137	136
Destajo de varillas de fierro	84	89	90	86	87
Doblado de varilla de fierro	55	54	58	55	57
<b>HABILITADO DE UNIONES</b>					
Toma de medidas	57	53	58	59	57
Cortar varilla de angulo	71	68	67	68	69
Perforado de uniones	152	147	146	145	148
<b>HABILITADO DE PLATINA</b>					
Toma de medidas	56	55	60	61	58
Corte de planita	73	75	70	71	72
Perforado de planita	118	126	121	123	122
Doblado de platina	50	61	62	58	59
<b>HABILITADO DE ANGULOS DE SOPORTES</b>					
Medida de ángulos	36	39	37	39	38
Destaje de ángulos	49	46	45	46	47
Doblado de soportes	43	41	45	44	43
<b>HABILITADO DE CODOS</b>					
Medida de codo(modelo)	185	187	180	182	183
Cortado de tubo	184	180	183	180	182
Perforado de tubo	104	102	102	104	102
Doblado de tubo	119	121	121	116	118
<b>HABILITADO DE CAMARA DE GAS</b>					
Toma de medidas	39	42	41	40	41
Corte de tubo cuadrado	30	33	37	37	33
Medida de acoples	30	31	32	24	31
Compensado de cámara de gas	83	84	74	80	82
Soldado cámara de gas con acoples	202	198	200	201	200
Perforado de cámara de gas	130	132	130	132	131

**COMERCIAL DEL CARMEN**  
  
 Ruth Marlene Cano Ydme  
 GERENTE

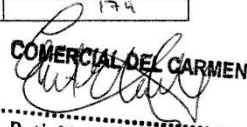
HABILITADO DE PLANCHAS LATERALES					
Traslado de planchas	139	140	142	143	141
Toma de medidas	32	25	29	33	31
Corte de planchas	179	182	176	175	178
Destajo de plancha	88	87	85	84	86
Doblado de planchas	94	97	101	96	98
PRIMER ENSAMBLE					
Soldadura de piezas	1077	1078	1080	1081	1079
ACABADO DE ESTRUCTURA INICIAL					
Blanqueado de estructura inicial	84	84	85	83	88
Lavado	214	217	218	220	217
Pintado	240	243	241	243	242
Transportar estructura al horno	64	65	62	62	63
Colocar estructura al horno	184	181	184	180	182
HABILITADO DE PLANCHA FRONTAL					
Traslado de planchas	179	180	175	176	178
Toma de medidas	64	67	65	64	65
Corte de plancha frontal	74	73	77	80	79
Destaje de plancha	43	41	42	42	42
Doblado de plancha	218	123	124	126	125
ENSAMBLE Y ACABADO DE UNION DE PLATINA Y CODO					
Soldar platina y codo	179	182	182	181	181
Lavado	162	163	160	160	162
Pintado	142	140	139	137	139
Poner a secar pieza Secado	74	76	77	78	76
ENSAMBLE FINAL					
Retiro de la cocina del horno	178	181	177	178	179
Armado Completo	600	599	598	601	600

Operario 04

COMERCIAL DEL CARMEN  
  
 Ruth Marlene Cano Ydame  
 GERENTE



PROCESO - OPERARIO N° 02	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	PROMEDIO
	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado
<b>TRANSPORTE DE MATERIAL</b>					
Transporte de varilla de fierro cuadrado y varilla de angulo.	122	123	124	112	120
Transporte de tubo redondo , tubo cuadrado y platina.	179	189	180	184	185
<b>HABILITADO DE SOPORTES</b>					
Toma de medidas	111	112	122	123	117
Destajo de soportes	93	105	94	102	99
<b>HABILITADO DE VARILLAS DE FIERRO PARA PARRILLA</b>					
Toma de medida	143	138	136	142	140
Destajo de varillas de fierro	94	84	91	93	92
Doblado de varilla de fierro	50	59	62	63	60
<b>HABILITADO DE UNIONES</b>					
Toma de medidas	65	67	60	61	63
Cortar varilla de angulo	65	62	61	62	63
Perforado de uniones	160	151	153	149	153
<b>HABILITADO DE PLATINA</b>					
Toma de medidas	58	60	62	57	59
Corte de planita	68	68	66	72	69
Perforado de planita	114	117	117	121	119
Doblado de platina	59	61	63	64	62
<b>HABILITADO DE ANGULOS DE SOPORTES</b>					
Medida de ángulos	41	38	38	37	39
Destaje de ángulos	93	97	94	98	96
Doblado de soportes	46	43	46	42	44
<b>HABILITADO DE CODOS</b>					
Medida de codo(modelo)	180	177	174	175	177
Cortado de tubo	174	180	175	170	178
Perforado de tubo	98	100	94	97	99
Doblado de tubo	119	124	121	123	122
<b>HABILITADO DE CAMARA DE GAS</b>					
Toma de medidas	40	39	36	37	38
Corte de tubo cuadrado	41	39	40	41	40
Medida de acoples	33	34	30	31	32
Comprensado de cámara de gas	81	78	80	78	79
Soldado cámara de gas con acoples	194	201	203	202	201
Perforado de cámara de gas	178	180	181	178	179

**COMERCIAL DEL CARMEN**  
  
 Ruth Marlene Cano Ydme  
 GERENTE

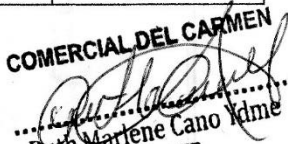
HABILITADO DE PLANCHAS LATERALES					
Traslado de planchas	142	139	137	141	140
Toma de medidas	28	29	32	31	30
Corte de planchas	183	183	179	181	182
Destajo de plancha	86	87	84	83	85
Doblado de planchas	104	105	100	102	103
PRIMER ENSAMBLE					
Soldadura de piezas	1081	1083	1082	1081	1082
ACABADO DE ESTRUCTURA INICIAL					
Blanqueado de estructura inicial	90	92	93	89	91
Lavado	215	219	217	214	216
Pintado	237	234	240	236	238
Transportar estructura al horno	64	66	63	67	65
Colocar estructura al horno	178	182	180	177	179
HABILITADO DE PLANCHA FRONTAL					
Traslado de planchas	179	183	180	182	181
Toma de medidas	64	67	66	65	66
Corte de plancha frontal	80	74	82	83	81
Destaje de plancha	38	41	34	40	40
Doblado de plancha	124	126	127	124	125
ENSAMBLE Y ACABADO DE UNION DE PLATINA Y CODO					
Soldar platina y codo	177	181	178	180	179
Lavado	157	160	158	159	158
Pintado	144	143	140	141	142
Poner a secar pieza Secado	75	75	74	73	74
ENSAMBLE FINAL					
Retiro de la cocina del horno	180	182	180	181	181
Armado Completo	598	599	597	600	599

COMERCIAL DEL CARMEN  
  
Ruth Mariene Caho Ydme  
GERENTE

PROCESO - OPERARIO N° 03	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	PROMEDIO
	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado	Tiempo Empleado
<b>TRANSPORTE DE MATERIAL</b>					
Transporte de varilla de fierro cuadrado y varilla de angulo.	112	120	117	120	117
Transporte de tubo redondo , tubo cuadrado y platina.	175	173	178	179	176
<b>HABILITADO DE SOPORTES</b>					
Toma de medidas	113	126	114	123	120
Destaje de soportes	49	100	107	106	105
<b>HABILITADO DE VARILLAS DE FIERRO PARA PARRILLA</b>					
Toma de medida	134	143	145	147	144
Destaje de varillas de fierro	86	92	93	89	91
Doblado de varilla de fierro	66	62	62	61	63
<b>HABILITADO DE UNIONES</b>					
Toma de medidas	62	59	63	58	61
Cortar varilla de angulo	62	68	68	64	66
Perforado de uniones	148	151	145	152	149
<b>HABILITADO DE PLATINA</b>					
Toma de medidas	61	64	63	60	62
Corte de planita	66	70	68	69	68
Perforado de planita	117	117	120	119	118
Doblado de platina	59	61	58	61	60
<b>HABILITADO DE ANGULOS DE SOPORTES</b>					
Medida de ángulos	43	45	40	40	42
Destaje de ángulos	97	92	90	91	93
Doblado de soportes	49	46	47	47	47
<b>HABILITADO DE CODOS</b>					
Medida de codo(modelo)	181	178	181	178	180
Cortado de tubo	179	182	178	179	180
Perforado de tubo	97	100	99	97	98
Doblado de tubo	121	117	122	117	119
<b>HABILITADO DE CAMARA DE GAS</b>					
Toma de medidas	34	42	41	39	40
Corte de tubo cuadrado	42	90	42	89	91
Medida de acoples	29	28	26	30	28
Comprensado de cámara de gas	79	76	78	80	78
Soldado cámara de gas con acoples	197	200	199	196	198
Perforado de cámara de gas	179	182	181	178	180

  
**COMERCIAL DEL CARMEN**  
 Ruth Marlene Cano Yár  
 GERENTE

HABILITADO DE PLANCHAS LATERALES					
Traslado de planchas	139	137	141	136	136
Toma de medidas	30	30	26	28	29
Corte de planchas	182	182	177	175	174
Destajo de plancha	80	86	84	83	82
Doblado de planchas	47	49	100	47	48
PRIMER ENSAMBLE					
Soldadura de piezas	1081	1078	1078	1076	1078
ACABADO DE ESTRUCTURA INICIAL					
Blanqueado de estructura inicial	84	91	92	88	90
Lavado	211	213	211	215	213
Pintado	238	240	234	238	234
Transportar estructura al horno	60	61	64	63	62
Colocar estructura al horno	181	177	178	176	178
HABILITADO DE PLANCHA FRONTAL					
Traslado de planchas	182	179	178	181	180
Toma de medidas	71	70	68	67	69
Corte de plancha frontal	74	82	81	79	80
Destaje de plancha	38	36	34	37	38
Doblado de plancha	125	126	128	129	127
ENSAMBLE Y ACABADO DE UNION DE PLATINA Y CODO					
Soldar platina y codo	180	181	178	179	180
Lavado	160	161	157	158	159
Pintado	139	137	142	143	140
Poner a secar pieza Secado	76	73	72	73	74
ENSAMBLE FINAL					
Retiro de la cocina del horno	179	180	181	179	180
Armado Completo	599	599	602	602	601

COMERCIAL DEL CARMEN  
  
 Ruth Mariene Cano Ydme  
 GERENTE

## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] R. R. Palacios, *Diagnostico Industrial De Una Empresa Metalmeccanica*, Mexico: Universidad Nacional Autonoma De Mexico, 2013.
- [2] E. V. Natalia, *Diseño Y Puesta En Marcha De Un Plan De Mejoramiento De La Gestion De Una Pyme En El Rubro De La Construccion*, Santiago De Chile : Universidad De Chile , 2013.
- [3] S. A. M. Javier, *Diseño De Una Estrategia De Procesos Para El Area Productiva Y Comercial Enfocada En El Mejoramiento De Los Tiempos De Repuesta De Una Empresa Metalmeccanica*, Santiago De Chile : Universidad De Chile , 2013 .
- [4] J. M. Tovar Villar Y J. C. Estrada Gomez , *Propuesta De Rediseño De Procesos Para La Adaptacion De Un Sistema Erp En La Empresa Metalmeccanica Arcos Ltda.*, Bogota: Pontifica Universidad Javeriana , 2013.
- [5] L. M. Mata Jacome Y R. W. F. Sanchez , *Optimizacion Del Proceso De Ensamble De Rieles Y Chasis De Vehiculos En La Empresa Metaltronic S.A. De La Ciudad De Quito*, Riobamba - Ecuador : Escuela Superior Politecnica De Chimborazo, 2013.
- [6] A. D. M. Paz, *Propuesta De Un Plan De Mejora De La Eficiencia De Los Procesos En Una Empresa Metalmeccanica*, Santiago De Chile : Universidad Tecnica Federico Santa Maria , 2016.
- [7] C. C. M. Rosalia, *Analisis Y Propuesta De Mejoramiento De La Productividad De La Fabrica Artesanal De Hornos Industriales Facopa*, Cuenca -Ecuador : Universidad Politecnica Salesiana Sede Cuenca , 2014.
- [8] S. Esponda, «Ambiente Para La Ayuda A La Mejora De Procesos En Las Pymes,» Universidad Nacional De La Plata , Buenos Aires - Argentina , 2013.
- [9] J. B. M. Beatriz, *Reduccion De Tiempo De Entrega En El Proceso Productivo*



- De Una Metalmeccanica*, Lima- Peru: Universidad San Ignacio De Loyola , 2017.
- [10] G. B. Indira, *Analisis Y Diseño De Un Plan De Mejora En El Area De Produccion De La Empresa Albaluz S.R.L. Utilizando La Metodologia Phva*, Lima-Peru: Universidad San Martin De Porres , 2016.
- [11] C. R. F. Pablo, *Mejoras En El Proceso De Fabricacion De Spools En Una Empresa Metalmeccanica Usando La Manufactura Esbelta*, Lima-Peru: Pontificia Universidad Catolica Del Peru , 2012.
- [12] K. M. Knutzen Mestar, *Propuesta De Mejora De Modelo De Gestion Logistica Para Una Empresa Metalmeccanica En La Ciudad De Chiclayo*, Chiclayo-Peru : Universidad Catolica Santo Toribio De Mogrovejo , 2015.
- [13] R. A. Nestares Chavez , *Propuesta De Mejora En El Proceso De Produccion De Latas De 1 Y 1/4 Gal De Capacidad Para Aumentar La Productividad De Una Empresa De La Industria Metalmeccanica*, Lima-Peru : Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas , 2013 .
- [14] J. P. Ospina Delgado , *Propuesta De Distribucion De Planta Para Aumentar La Productividad En Una Empresa Metalmeccanica En Ate Lima Peru*, Lima-Peru: Universidad San Ignacio De Loyola , 2016.
- [15] J. C. Eyzaguirre Munarriz, *Propuesta De Mejora En El Proceso De Fabricacion De Pernos En Una Empresa Metalmeccanica*, Monterrico - Lima : Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas , 2014.
- [16] E. P. Guevara Sanchez Y R. A. Zegarrra Guardamino, *Aplicacion De Un Modelo Integrado De Gestion De La Produccion Para Mejorar La Productividad De La Linea De Fabricacion De Llaves De Cerradura*, Lima-Peru: Universidad Ricaldo Palma , 2015 .
- [17] H. A. Maguiña Ita , *Mejora En Los Procesos De Una Empresa Fabricante De Maquinas De Automatizacion*, Lima-Peru: Pontificia Universidad Catolica Del Peru , 2013.
- [18] M. A. Linares Villavicencio, *Propuesta De Un Modelo De Gestion Por Procesos Para El Diagnostico Y Mejora Continua De Una Empresa Metalmeccanica*, Arequipa-Peru : Universidad Catolica De Santa Maria , 2016.
- [19] A. F. Coaguila Gonzales , *Propuesta De Implementacion De Un Modelo De Gestion Por Procesos Y Calidad En La Empresa O&C Metals S.A.C.*, Arequipa-Peru: Universidad Catolica San Pablo , 2017.
- [20] M. C. Cordova Rojas , *Planeamiento Integral De La Implementacion De Una Empresa Metalmeccanica En La Ciudad De Arequipa Aplicando Los Lineamientos Del Pmbok*, Lima-Peru: Universidad Nacional Mayor De San Marcos , 2018.
- [21] G. E. D'elia , *Productividad*, Argentina: Editorial Alsina, 2000, P. 51.
- [22] F. Duran, *Ingenieria De Metodos : Tecnica Para El Manejo Eficiente De Recursos En Organizaciones Fabriles De Servicios Hospitalarios*, Guayaquil, 2007.
- [23] D. J. Sumanth, *Ingenieria Y Administracion De La Productividad*, Mexico: Mc Graw Hill , 1990.
- [24] E. Hernandez Laos, *La Productividad Multifactorial*, Mexico: Laos H , 2007 .
- [25] I. Chiavenato, *Administracion De Recursos Humanos*, Colombia: Lyly Solano, 2001.
- [26] S. Andrade, *Diccionario De Economia*, Lima : Andrade , 2005 .
- [27] J. Rodriguez, J. Caldera Y Y. Vega , *Productividad Organizacional En La*

- Mediana Industria, Venezuela, 2017.
- [28] S. Chapman, *Planificación Y Control De La Producción*, Mexico: Pearson , 2006.
- [29] F. D'alessio, *Administración Y Dirección De La Producción*, Lima: Pearson Educación , 2004.
- [30] J. De Domingo Y A. Arranz, *Calidad Y Mejora Continua*, Madrid: Editorial Donostiarra, 2006.
- [31] J. J. Tari Guilló, *Calidad Total : Fuente De Ventaja Competitiva*, España : Universidad De Alicante Servicio De Publicaciones , 2007 .
- [32] V. Alban, *Estandares De Calidad*, Mexico: Aeo, 2012.
- [33] H. Guitierrez, *Calidad Total Y Productividad*, Mexico: Mcgraw Hill, 2010.
- [34] M. .. Francisco, *Lean Manufacturing Exposición Adaptada A La Fabricación Repetitiva De Familias De Productos Mediante Procesos Discretos*, España: Bubok Publishing , 2013 .
- [35] Progesa, «Progesa Lean,» 2010. [En Línea]. Available: <http://www.progressalean.com/origen-y-evolucion-del-lean-manufacturing/>. [Último Acceso: 10 10 2018].
- [36] N. R. Ortiz Pimiento, *Análisis Y Mejoramiento De Los Procesos De La Empresa*, Colombia, 1999.
- [37] F. Rey Sacristan, *Las 5s Orden Limpieza*, España : Fc Editorial , 2005 .
- [38] E. Bonilla Y Otros, *Mejora Continua De Los Procesos : Herramientas Y Técnicas*, Lima : Udl Editorial , 2010.
- [39] S. Shingo, *El Sistema De Gestión De La Producción Shingo*, Editorial Tgp , 2005.
- [40] A. Villaseño, *Conceptos Y Reglas De Lean Manufacturing*, Mexico : Limusa , 2008.
- [41] N. K. Shimbun, *Poka-Yoke: Improving Product Quality By Preventing Defects*, Crc Press , 1989.
- [42] C. Rafael, *Poka Yoke : Mejía O Técnicas Para Prevenir Errores Y Defectos*, Eae, 2012.
- [43] E. J. Hay, *Justo A Tiempo , La Técnica Japonesa Que Genera Mayor Ventaja Competitiva*, Grupo Editorial Norma, 1987.
- [44] H. Hirano, *Jit Manual De Implementación, 55 B/W Illustrations* , 2009.
- [45] A. Dear Argues, *Working Towards Just In Time*, Springer Velarg, 1988.
- [46] J. Guerrero, «Leanroots,» [En Línea]. Available: <http://www.leanroots.com/wordpress/2017/10/09/andon/>. [Último Acceso: 12 Octubre 2018].
- [47] B. Salazar Lopez, «Ingeniería Industrial Online,» 2016. [En Línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/andon-control-visual/>. [Último Acceso: 11 Octubre 2018].
- [48] A. Galgano, *Las Tres Revoluciones*, España: Grupo Galgano, 2004.
- [49] «Lean Manufacturing 10,» 2018. [En Línea]. Available: <https://leanmanufacturing10.com/jidoka/>. [Último Acceso: 11 Octubre 2018].
- [50] F. Marin, *Las Técnicas Justo A Tiempo Y Su Repercusión En Los Sistemas De Producción*, 2000.
- [51] Renovetec, «Mantenimientopetroquimica.Com,» 2014. [En Línea]. Available: <http://www.mantenimientopetroquimica.com/tpm.html>. [Último Acceso: 11

- Octubre 2018].
- [52] Kanban, «Significados.Com,» 19 Julio 2016. [En Línea]. Available: <https://www.significados.com/kanban/>. [Último Acceso: 10 Noviembre 2018].
- [53] W. Edwards Deming, «Pionero Y Profeta De La Calidad Total (Tqm - Total Quality Management),» 29 Julio 2006. [En Línea]. Available: <https://capacitacionencostos.blogia.com/2006/072906-edward-deming-un-pionero-y-profeta-de-la-calidad-total-tqm-total-quality-man.php>. [Último Acceso: 10 Octubre 2018].
- [54] I. Massaki, Como Implementar El Kaizen En El Sitio De Trabajo, Interamericana De Colombia , 1998.
- [55] F. E. Meyers, Estudio De Tiempos Y De Movimientos Para La Manufactura Ágil, Pearson Educacion , 2000.
- [56] J. Márquez Colochio, Ingenieria Del Trabajo, Costa Rica: Universidad Fidélitas .
- [57] B. Niebel, Ingenieri Industrial , Metodos ,Estandares Y Diseño Del Trabajo, 2001.
- [58] O. Francisco Folgar, Los Procedimientos: Cursogramas, Diagramas De Procesos Y Formularios, 1999.
- [59] «Ciencias Administrativas Contenidos De Temas Relacionados Con La Administracion Publica Y De Empresas,» 8 Octubre 2012. [En Línea]. Available: <https://administrativas.wordpress.com/>. [Último Acceso: 10 Octubre 2018].
- [60] S. Aiteco Consultores, «Aiteco,» [En Línea]. Available: <https://www.aiteco.com/diagrama-de-pareto/>. [Último Acceso: 12 Octubre 2018].
- [61] «Quesignificado.Com,» [En Línea]. Available: <https://quesignificado.com/diagrama-de-ishikawa/>. [Último Acceso: 10 Noviembre 2018].
- [62] D. Betancourt, «Ingenio Empresa,» 2 Agosto 2016. [En Línea]. Available: <https://ingenioempresa.com/hoja-de-verificacion/>. [Último Acceso: 02 Noviembre 2018].
- [63] Gran Electrodomestico S.A.C, «Cocina. Tipos Y Diferencias Gas, Eléctricas, Mixtas Y Otras,» *Consejo De Compras*, P. 20, 2016.
- [64] Noticiero T.C.S., «Esmity,» 19 Febrero 2010. [En Línea]. Available: <http://www.esmitv.com/vernoticia.aspx?id=5812>. [Último Acceso: 12 Octubre 2018].
- [65] Instituto Nacional Del Emprendedor , «Contacto Pyme,» [En Línea]. Available: <http://www.contactopyme.gob.mx/guiasempresariales/guias.asp?s=14&guia=54&giro=3&ins=491>. [Último Acceso: 11 Octubre 2018].