



**UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS**

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES PARA EJECUTIVOS  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE MEJORA EN LOS PROCESOS  
PRODUCTIVOS DE EQUIPOS METAL  
MECÁNICOS EN UNA EMPRESA  
METALMECANICA MEDIANA**

PROYECTO PROFESIONAL PRESENTADO POR:  
FIORELLA CÓRDOVA PICASSO  
LUIS POSTIGO ZUNIGA

PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

ASESORES:  
CYNTHIA ELÍAS  
JUAN CARLOS EYZAGUIRRE  
MANUEL MONTOYA

Lima, marzo del 2016



## RESUMEN

El siguiente trabajo presenta la oportunidad de la aplicación de herramientas de ingeniería industrial en los procesos productivos de los equipos con mayor frecuencia de ventas en la compañía metalmecánica Tama Ingenieros S.A.C., con el fin de estandarizar su proceso de producción y mejorar, de ese modo, la eficiencia de la línea de producción de equipos estándar.

En la actualidad, a pesar de la desaceleración de la economía, en particular en el sector minero, principal cliente de las empresas metalmecánicas, estas todavía tienen un mercado de productos para la ampliación y mantenimiento de las plantas de producción minera y de empresas anexas a ellas. Además, se tiene los nuevos mercados de proyectos de infraestructura, donde se tiene una oportunidad con las empresas anexas como las siderúrgicas.

El presente trabajo busca incrementar la eficiencia del proceso de producción, de los productos que se fabrican con mayor frecuencia, utilizando alguna de las herramientas que proporciona la ingeniería industrial, lo cual se revertirá en mejorar la competitividad de la empresa, al contribuir en el análisis de costos, basándose en la eficiencia de los procesos.

El trabajo, en su primer capítulo, proporciona un marco teórico que brinda los conceptos básicos relacionados a los procesos productivos, calidad total, los conceptos en los que se basa el desarrollo de la filosofía Kaizen y una breve descripción del método 5S.



El segundo capítulo, brinda un análisis de la situación actual del sector metalmecánico, las oportunidades que ofrece y un horizonte de las inversiones relacionadas con este sector industrial. Así mismo, presenta un análisis de la situación actual de la compañía Tama Ingenieros S.A.C., el estado actual de sus procesos de fabricación, sus ratios y sus costos de fabricación. Todo esto con la finalidad de brindar un marco general y poder ubicarnos en el entorno de la compañía, e identificar las oportunidades de mejora.

El tercer capítulo plantea dos diferentes metodologías que se pueden utilizar para revertir las oportunidades de mejora identificadas en el capítulo previo. En este caso, se presenta una comparación entre la Ingeniería de Métodos y el Kaizen y a través de una matriz de decisiones se opta por la metodología más adecuada para la solución del problema identificado: Kaizen. El capítulo desarrolla la implementación de la metodología seleccionada e incluye el cronograma de implementación.

Finalmente, el cuarto y último capítulo presenta la simulación de la aplicación de la propuesta planteada así como el análisis financiero correspondiente.



## INDICE

CAPITULO 1: MARCO TEÓRICO.....	7
1.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	7
a) Productividad, eficacia y eficiencia .....	7
b) Diagrama de procesos - DOP.....	9
c) Diagrama de actividades del proceso – DAP.....	15
d) Diagrama del Árbol causa-efecto.....	18
e) Diagrama de Ishikawa.....	20
f) Cadena de valor.....	22
g) La calidad.....	25
h) Indicadores.....	28
i) Ciclo PHVA .....	29
j) Kaizen .....	32
k) Sistema de las Cinco S.....	35
CAPITULO 2: FORMULACION Y DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA.....	39
2.1 OBJETO DE ESTUDIO .....	39
a) Análisis de la situación actual de la compañía y sus procesos .....	39
b) Organización objetivo: Tama Ingenieros S.A.C. ....	42
c) Visión.....	46
d) Misión .....	46
e) Objetivos Estratégicos .....	46
f) Organigrama .....	47
2.2 FORMULACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA .....	48
a) Descripción del proceso e identificación de variables.....	48
b) Problema y cuantificación.....	79
c) Identificación de causa-raíz .....	83
CONCLUSIONES .....	91



CAPITULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN .....	92
3.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	92
a) Objetivo general.....	92
b) Objetivos específicos .....	92
c) Fundamentación de los objetivos.....	93
d) Indicadores de logro de los objetivos.....	93
3.2 METODOLOGÍA ELEGIDA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	94
a) Evaluación y elección de propuestas .....	94
3.3 DISEÑO DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	95
a) Metodologías de mejora de procesos .....	95
3.4 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN .....	149
CONCLUSIONES .....	150
CAPITULO 4: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA.....	151
4.1 EVALUACIÓN ECONÓMICA-FINANCIERA.....	151
4.2 ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	153
CONCLUSIONES .....	156
RECOMENDACIONES.....	158
BIBLIOGRAFIA .....	160
ANEXOS .....	163
Anexo I: Modelo de Informe de Implementación Kaizen .....	163
Anexo II: Registro de Horas Hombre HH – Producción .....	164
Anexo III: Procedimiento de Elaboración DOP – Producción .....	166



## INTRODUCCION

Durante los últimos años la actividad industrial en el Perú se encuentra en un sostenido crecimiento. Las inversiones en las actividades industriales del país se han incrementado, aunque en los dos últimos años el sector minero ha sufrido una desaceleración, se tienen nuevos sectores en crecimiento como infraestructura y energía.

Actualmente se tienen grandes proyectos de infraestructura y en un futuro mediano proyectos de minería, que van a demandar una gran inversión. La ejecución de estos proyectos conlleva a la provisión de equipos y maquinaria industrial. Por esta razón, el sector metalmecánico se está viendo envuelto en un futuro crecimiento que brindará grandes oportunidades de desarrollo a las empresas de este rubro.

Se prevé, que en un mediano plazo la capacidad actual de las compañías del sector metalmecánico, será superada por la futura demanda de equipos metalmecánicos. Esta es una oportunidad para que la compañía Tama Ingenieros S.A.C. extienda sus operaciones e inicie un programa de inversión y expansión.

En esta corriente de crecimiento y como contribución a la competitividad de la empresa, se plantea mejorar la eficiencia del proceso productivo de la empresa para los productos de mayor frecuencia, a través de la metodología japonesa Kaizen, que busca eliminar los desperdicios (todo aquello que no da valor a la empresa) en el marco de la mejora continua.



El sector de las empresas medianas de manufactura metalmecánica trabaja, básicamente, sin el uso de herramientas de ingeniería industrial, y con una gran necesidad de optimizar y estandarizar sus procesos productivos.



# CAPITULO 1: MARCO TEÓRICO

## 1.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### a) **Productividad, eficacia y eficiencia**

#### La productividad

Según Higuera (1963), se entiende por productividad al grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar los objetivos predeterminados.

Asimismo, la OIT<sup>1</sup> describe la productividad como la relación entre producción e insumo.

En el caso industrial, el objetivo de la productividad es la fabricación de un producto a un menor costo. Para esto se plantea el empleo eficiente de los recursos básicos de la producción como son: materiales, operarios y máquinas.

La productividad puede verse afectada por factores externos como la disponibilidad de materia prima, carencia de mano de obra calificada, políticas nacionales, etc.; así como factores internos como: capacidad instalada, estructura de la organización, capital, diseño de la planta, entre otros.

Tal y como describen Freivalds y Niebel en su libro<sup>2</sup>, la única forma en que las empresas pueden incrementar sus ganancias, es aumentando su

---

<sup>1</sup> Organización Internacional del Trabajo

<sup>2</sup> Ingeniería Industrial de Niebel, Métodos, estándares y diseño del trabajo



productividad, vale decir, aumentando la cantidad de productos fabricados por hora de trabajo.

Para ello, las compañías industriales deben enfocar sus esfuerzos en incrementar sus índices de productividad, de modo que se logre reducir los costos de producción y lograr una ventaja competitiva.

La productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad con que se ha fabricado, sino de la eficiencia con que se han cambiado y utilizado los recursos para lograr los resultados deseables.

De este modo:

$$\text{Productividad} = \text{Producción} / \text{Insumos} \quad \text{ó}$$

$$\text{Productividad} = \text{Resultados logrados} / \text{Recursos empleados}$$

### Eficacia

La eficacia implica la obtención de los resultados deseados y puede ser un reflejo de cantidades y calidad percibida o ambos.

La eficacia es hacer lo correcto, cumplir con el objetivo.

### Eficiencia

La eficiencia se logra cuando se obtiene un resultado con el uso mínimo de insumos; es decir, se genera cantidad y calidad y se incrementa la productividad.

La eficiencia es hacer las cosas correctamente con el mínimo uso de recursos.



Productividad = Eficacia / Eficiencia = Valor Cliente / Costo Productor

*“Las herramientas fundamentales que generan una mejora en la productividad incluyen métodos, estudio de tiempos estándares y el diseño del trabajo. De los costos totales en que incurre una empresa fabricante de productos metálicos, 12% está representado por trabajo directo, 45% por materia prima y 43% por gastos generales.”<sup>3</sup>*

## **b) Diagrama de procesos - DOP**

Para realizar la mejora a un trabajo se debe conocer con exactitud en que consiste y, rara vez se tiene la certeza de conocer todos los detalles y registrarlos.

Por esta razón se hace necesario el estudio de las técnicas para registrar y analizar cada uno de los niveles de los trabajos.

### Registro y análisis del proceso:

Con el análisis de los procesos se trata de eliminar las principales deficiencias entre los procesos y lograr la mejor distribución posible de la maquinaria, equipo y área de trabajo dentro de la planta.

Para llegar a los objetivos, la simplificación del trabajo se apoya en dos herramientas: el diagrama de procesos y el diagrama de flujo.

### Diagrama de Procesos:

Esta herramienta de análisis es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; además incluye toda la información que se considera necesaria

---

<sup>3</sup> Ingeniería Industrial de Niebel, Métodos, estándares y diseño del trabajo



para su análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo recorrido.

Desde el punto de vista de ayuda para el análisis y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tiene lugar durante un proceso dado, en cinco categorías, conocidas bajo los términos de: operaciones, transportes, inspecciones, demoras o retrasos y almacenajes.

Actividad: OPERACIÓN

Definición:

La tenemos cuando se modifican las características de un objeto, o se le agrega algo o se le prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. Una operación también ocurre cuando se da o recibe información o se planea algo.

Ejemplos: soldar una pieza, tiempo de secado de pintura, cambio en un proceso, ensamblar un eje, dibujar un plano, etc.

Símbolo: ○

Actividad: TRANSPORTE

Definición:

Se tiene cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección



Ejemplos:

Mover material a mano, en una plataforma o monorraíl, en banda transportadora, entre otros. Si es una operación tal como pasteurizado, un recorrido en un horno, etc., los materiales van avanzando sobre una banda, no se consideran transporte.

Símbolo: 

Actividad: INSPECCION

Definición:

Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cualquiera de sus características.

Ejemplos: Medir los catetos de la soldadura, revisar las botellas que salen de un horno, contar cierto número de piezas, leer instrumentos medidores de presión, entre otros.

Símbolo: 

Actividad: DEMORA

Definición:

Se tiene cuando se interfiere el flujo de un objeto o grupo de ellos, con lo cual se retarda la siguiente etapa o actividad planeada.



Ejemplos: Esperar el ingreso de una pieza en cola al centro de maquinado, esperar un elevador, cola de piezas para ser pesadas, la espera de varios materiales sobre una plataforma para el siguiente proceso.

Símbolo: 

Actividad: ALMACENAJE

Definición:

Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.

Ejemplos: Almacén general, cuarto de herramientas, almacén de soldadura, bancos de almacenaje de las máquinas.

Si el material se encuentra almacenado en un cuarto para sufrir alguna modificación necesaria para el proceso, no se considera almacenaje sino operación, como es el caso de madurar cerveza, enfriamiento de piezas, entre otros.

Símbolo: 

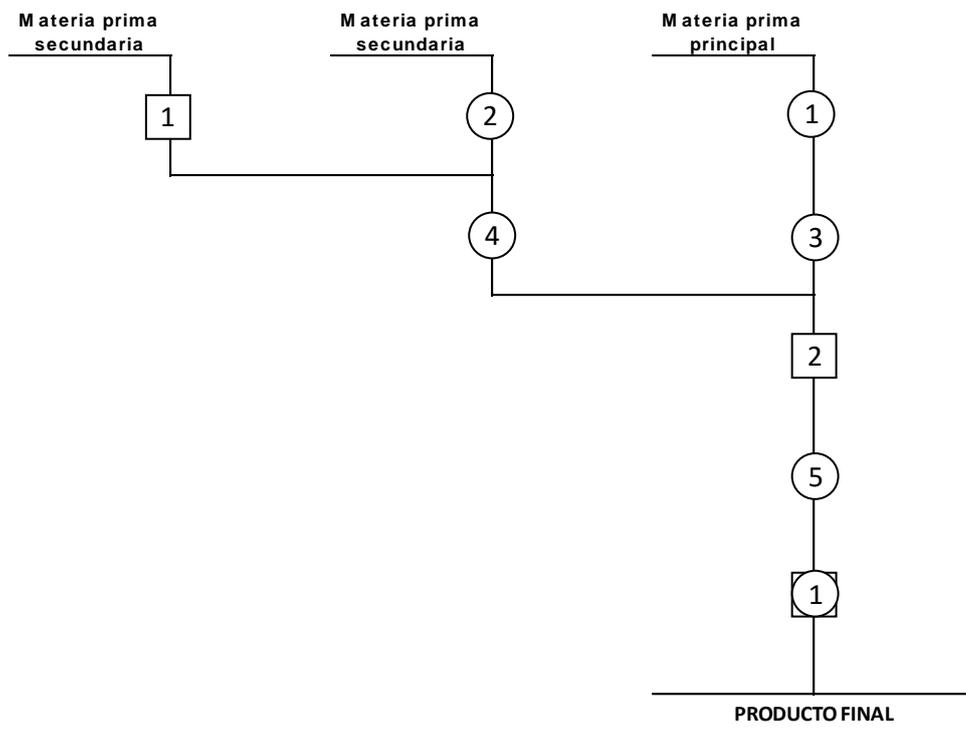
Actividad: COMBINADA

Se presenta cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operador en el mismo punto de trabajo. Los símbolos empleados para dichas actividades son una combinación. Por ejemplo: operación o inspección se combinan el círculo inscrito en el cuadrado.

La figura No. 01 muestra un ejemplo de DOP.



Figura No.01  
Diagrama de Proceso



Fuente: Elaboración propia

#### Orden de Actividades en el Diagrama de Proceso:

El orden en que deben realizarse las acciones indicadas en el diagrama está representado por la disposición de los símbolos de las actividades en líneas verticales de recorrido. El material comprado o sobre el cual se efectúa trabajo durante el proceso, que se indica en líneas horizontales, es el material que alimenta las líneas verticales del recorrido.

#### Secuencia de Diagramación del Proceso:

Se selecciona, en primer lugar, para fines de diagramado, una de las piezas que va a formar parte del producto terminado.



Usualmente se obtiene un diagrama de aspecto agradable si se escoge el componente en que se realiza el mayor número de operaciones. Si el diagrama va a ser utilizado como base para disponer de una línea de montaje progresivo, la pieza que debe escogerse es la que tenga mayor tamaño y en la que se montan las piezas más pequeñas.

#### Pasos de Diagramación:

Cuando se haya elegido el componente que debe ser diagramado, primero se traza una línea de material horizontalmente en la parte superior derecha del diagrama, arriba de la cual se anota una descripción del material. Esta descripción puede ser completa o parcial, por lo general, se usa una breve descripción: PL 9mm A-36, Bar. Ø50mm, etc.

A continuación se traza una línea vertical de recorrido desde el extremo derecho de la línea horizontal del material. Aproximadamente a 6.35mm de la intersección de la línea horizontal de material con la línea vertical de recorrido, se dibuja el símbolo que representa la primera operación o inspección que se lleve a cabo. A la derecha de este símbolo se anota una breve descripción de la acción: taladrar, soldar, doblar ó inspeccionar. A la izquierda del símbolo se anota el tiempo otorgado para llevar a cabo el trabajo requerido.

Este procedimiento de diagramado se continua hasta que otro componente se une al primero. Entonces se traza una línea de material para indicar el punto donde el segundo componente entra en proceso. Si el material es comprado, se debe anotar directamente sobre la línea de material una descripción breve para identificarlo.



Las operaciones se enumeran correlativamente, para fines de identificación y referencia, en el orden en que son diagramadas. La primera operación se enumera 01, la segunda 02 y así sucesivamente. Cuando otro componente en el que se ha realizado algún trabajo, se introduce en el proceso, las operaciones llevadas a cabo en él se enumeran en la misma serie.

### c) **Diagrama de actividades del proceso – DAP**

También conocido como Cursograma Analítico, Diagrama de Flujo ó Diagrama de Análisis de Proceso.

Es la representación gráfica, a través de un formulario preestablecido, de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenamientos que suceden durante un proceso o procedimiento, la cual permite observar las actividades del personal, material o equipo.

A diferencia del DOP, esta herramienta recoge muchos más detalles, motivo por el que se utiliza para analizar a un componente de un ensamble y no a un conjunto de ensambles complicados.

Esta herramienta resulta útil para identificar costos ocultos (ej. distancias recorridas, retrasos, etc.)

El DAP utiliza los mismos símbolos que el DOP, e incorpora algunos símbolos adicionales, como se muestra a continuación:

SIMBOLO	SIGNIFICADO
	Operación de transformación.
	Operación administrativa ó de trámite para crear un registro o conjunto de informes.



	Operación de trámite para agregar información a un registro.
	Transporte o traslado.
	Almacenamiento.
	Demora/ retraso.
	Inspección.

Fuente: Elaboración propia

#### Método de aplicación y uso del formulario

Identificar qué o a quién quiero analizar: operario, material ó equipo, y señalarlo en el formulario.

Se observa el proceso y se lista una a una las actividades que involucra, las cuales se ingresan al formulario.

Se toma nota de los tiempos que ocupa cada actividad así como de las distancias (en el caso de actividades de traslado/ transporte).

Se clasifican las actividades listadas, en base a los símbolos, poniendo un punto o x en el recuadro que corresponde.

Se unen los puntos ó x con una línea. En los casos en los que existen actividades combinadas, estas deben unirse por una línea recta horizontal.

Se contabiliza las actividades en base a su clasificación y se coloca el resumen en la parte superior del formulario.





#### **d) Diagrama del Árbol causa-efecto**

También conocido como árbol de problemas, es una herramienta que permite analizar un problema y relacionarla con sus causas y consecuencias de forma ordenada, siguiendo la estructura de un árbol, en el cual el tronco representa el problema central, las raíces son las causas y la copa las consecuencias o efectos.

##### Metodología para desarrollar un diagrama de árbol causa-efecto

Para aplicar esta metodología se deben seguir los siguientes pasos (Martinez & Fernández):

##### *1. Identificar el problema central*

En esta primera etapa es importante poder diferenciar qué es considerado un problema, para ello se puede tener en cuenta lo siguiente:

- ⇒ Se define como una carencia o déficit
- ⇒ Se presenta como un estado negativo
- ⇒ Es un situación real no teórica
- ⇒ Se localiza en un población objetivo bien definida
- ⇒ No se debe confundir con la falta de un servicio específico

##### *2. Identificar los efectos/consecuencias*

Las consecuencias van de lo más inmediato hasta niveles más generales. La secuencia se detiene en el instante que se han identificado efectos suficientemente importantes como para justificar la intervención

##### *3. Analizar las interrelaciones de los efectos*



Si los efectos detectados son importantes, el problema central requiere una solución, lo que exige la identificación de sus causas.

#### *4. Identificar las causas del problema y sus interrelaciones*

La secuencia de causas debe iniciarse con las más directamente relacionadas con el problema central, que se ubican inmediatamente debajo del mismo. De preferencia se deben identificar unas pocas grandes causas, que luego se van desagregando e interrelacionando.

Una buena técnica es preguntarse ¿por qué sucede lo que está señalado en cada bloque? La respuesta debiera encontrarse en el nivel inmediatamente inferior.

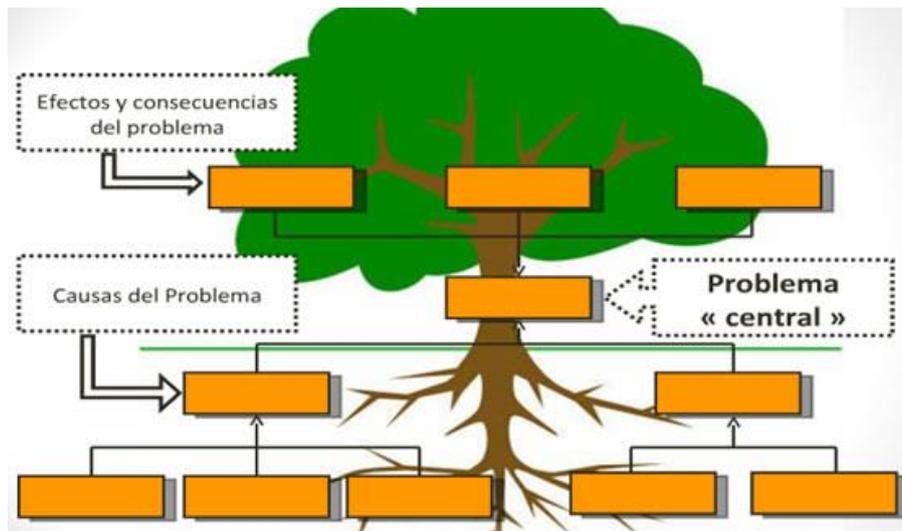
Se deben identificar todas las causas, aun cuando algunas de ellas no sean modificables, deteniéndose en el nivel en que es posible modificarlas. Hay que recordar que lo que se persigue es elaborar un modelo causal para la formulación de un proyecto y no un marco teórico exhaustivo.

#### *5. Diagramar el árbol y verificar la estructura causal.*

Presentar gráficamente el análisis realizado.



Figura No. 03  
Diagrama del Árbol causa-efecto



Fuente:

<http://evirtual.recintodelpensamiento.com/escuelavirtual/proyeco/CreandoMiEmpresa/Acciones.htm>

Es importante recordar que los componentes del Árbol de Problemas deben presentarse de la siguiente manera:

- Sólo un problema por bloque
- Problemas existentes (reales)
- Como una situación negativa
- Deben ser claros y comprensibles

#### e) **Diagrama de Ishikawa**

Este diagrama es conocido como el diagrama causa-efecto, diagrama de espina de pescado ó diagrama de Ishikawa, dado que fue desarrollado por Kauro Ishikawa en el año 1953.



El método consiste en definir, en forma gráfica, la ocurrencia de un elemento o problema (efecto) como la cabeza del pescado y después, identificar los factores que contribuyen a su conformación (causas), las cuales se representan como las espinas del pescado, unidas a la cabeza.

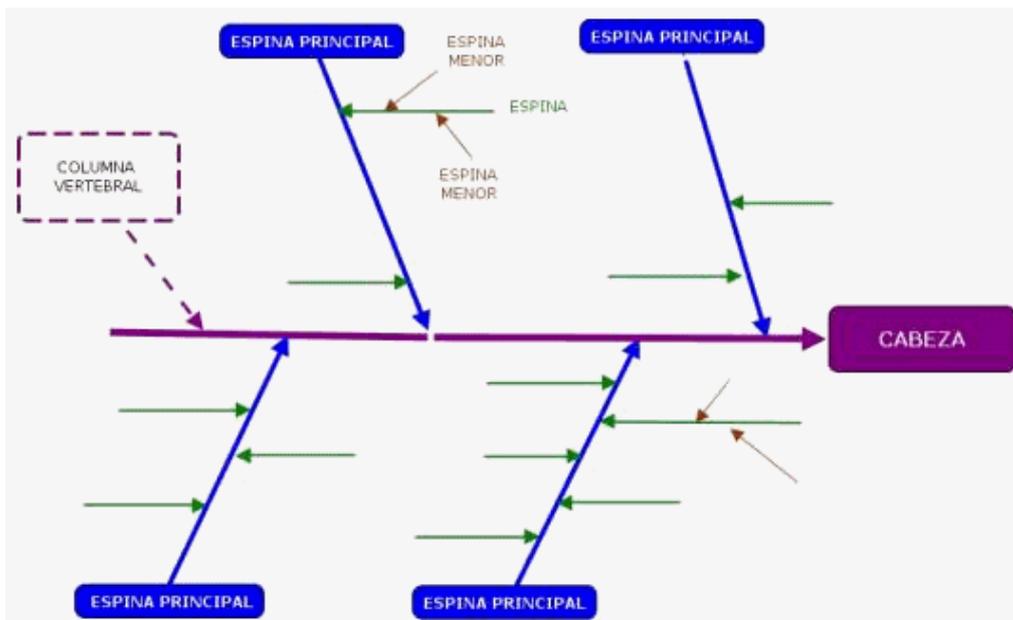
Por lo general, los problemas tienen causas que se dividen en categorías. Este método identifica 6 categorías principales, pero no se limitan a estas: Medio Ambiente, Métodos, Materiales, Máquinas, Personas, Administrativas.

#### Pasos para elaborar un diagrama de Ishikawa

Antes de realizar el diagrama, se debe tener identificado el problema que se desea analizar.

Graficar el diagrama en blanco (según la Figura No. 04).

Figura No. 04  
Diagrama de Ishikawa



Fuente: K. Ishikawa (1943) - [gerenciaprosesosucb.pbworks.com](http://gerenciaprosesosucb.pbworks.com)



Escribir en la cabeza del pescado el problema que se desea analizar. Este debe redactarse de modo claro y conciso.

Identificar las categorías que consideremos para el análisis y escribirlas en cada una de las espinas del pescado. Se puede tomar como base las 6 categorías identificadas y eliminar o incluir las que hagan falta.

Realizar una tormenta de ideas y anotar las causas en la categoría que corresponde. Estas serán las causas principales.

Una vez que hemos identificado las causas principales causas, se realiza un segundo análisis de los motivos que han generado estas causas, las cuales se anotan en el diagrama como causas secundarias.

## **f) Cadena de valor**

Para el análisis de una organización es fundamental el concepto de cadena de valor ya que con ello podremos entender a la empresa en su interacción con otras empresas del sector y tendremos una visión más completa del valor que aporta al producto o servicio. De la misma forma, la cadena de valor nos permite entender a la empresa como una sucesión de actividades o procesos que van añadiendo valor al producto o servicio que la compañía va generando y que finalmente su cliente le comprará.<sup>4</sup>

Según el esquema desarrollado por Porter, las actividades de las empresas se pueden dividir principalmente en dos (02) grupos, las actividades primarias y las de apoyo. Las actividades primarias son las que están en contacto directo con la creación del producto o servicio, su transporte, la venta y el servicio post venta. Las actividades de apoyo sustentan a las actividades primarias, además de asistirse entre; las compras necesarias, la tecnología requerida, los

---

<sup>4</sup> Richard Gimbert (2001): 128



recursos humanos, las funciones de gestión como las estratégicas hasta las finanzas y contabilidad hasta los asuntos legales<sup>5</sup>.

A continuación detallamos los componentes de la Cadena de Valor de Porter:

Infraestructura de la empresa: representa a las actividades que soportan a toda la organización como la planificación, contabilidad y las finanzas.

Administración de RRHH: se hace referencia a todas las actividades de búsqueda, contratación y motivación del personal.

Desarrollo tecnológico: Entendamos con estas actividades la creación de la inteligencia en la organización; esto aplica para nuevos procesos o productos como para la mejora de los ya existentes.

Abastecimiento: refiere a la gestión de compras de artículos, mercadería, insumos, materiales, etc.

Logística interna: Abarca recepción de requerimientos, gestionarlos, hacer seguimiento de los requerimientos y realizar la distribución. Esto aplica a todas las materias primas e insumos necesarios para el proceso productivo.

Operaciones: Es referente a las tareas de transformación de las materias primas y la elaboración del producto final.

Logística externa: Todas las tareas de recepción, almacenamiento y distribución de los productos terminados.

---

<sup>5</sup> Richard Gimbert (2001): 131

Figura No. 05

La cadena de valor de Porter



Fuente: M. Porter.

Marketing y Ventas: Son las actividades referentes a la comercialización.

Servicio: Son las actividades referentes a mantener el valor del producto en base a la garantía de consumo, uso o funcionamiento (servicio post venta).

Es pertinente indicar que la cadena de valor para cada empresa puede ser completamente diferente ya que estas están supeditadas a los procesos para la creación del producto y/o servicio que se entregará al consumidor final.

### **g) La calidad**

El concepto de calidad no posee una definición exacta ni consensuada, es decir, es un concepto muy subjetivo, el cual puede definirse desde diferentes enfoques. Imai la define como “algo que puede mejorarse” (Imai, 1995). En sentido general, aseguramiento de la calidad se refiere a cualquier actividad planeada y sistemática dirigida a proveer a los clientes productos (bienes y servicios) que satisfagan sus requerimientos y expectativas. El aseguramiento de la calidad depende de la excelencia de dos puntos focales importantes en los negocios: el diseño de bienes y servicios y el control de la calidad durante la ejecución de la manufactura y la entrega de servicios. Por lo general, incluye también alguna forma de actividad de medición e inspección<sup>6</sup>.

Para acercarnos a una definición de calidad más apropiada debemos tomar en cuenta y entender algunas perspectivas desde las cuales se puede ver la calidad.

#### Perspectiva con base en el juicio

Este punto de vista se conoce como la definición trascendente. Es común relacionar esta perspectiva con un análisis de rasgos y características de los productos. Sin embargo, la excelencia es abstracta y subjetiva y los estándares de excelencia pueden variar de manera considerable entre los individuos. De ahí que la definición trascendente sea de poco valor práctico para los gerentes. No provee un medio

---

<sup>6</sup> Administración y control de la calidad 2008: 1



mediante el que la calidad se pueda medir o evaluar como base para la toma de decisiones<sup>7</sup>.

#### Perspectiva con base en el producto

Debemos considerar que la calidad está definida por características propias del bien o servicio sin que la variable precio tenga que estar directamente relacionada.

#### Perspectiva con base en el usuario

La expectativa del usuario es muy subjetiva ya que las personas tienen diversos deseos y expectativas. Lo adecuado será considerar la calidad en base a lo que quiere el cliente.

#### Perspectiva con base en el valor

Esta perspectiva compara la relación entre la utilidad y el precio del bien o servicio. Podremos considerar un producto que cumpla los requerimientos de los usuarios, a un nivel similar del que tiene de su competencia en el mercado pero a un menor precio.

#### Perspectiva con base en la manufactura

Por último, la perspectiva con base en la manufactura define la calidad como el resultado deseable de la práctica de ingeniería y manufactura o la conformidad sobre las especificaciones.

### **Calidad Total**

La calidad total (TQ) es un sistema administrativo enfocado hacia las personas que intenta lograr un incremento continuo en la satisfacción del cliente a un costo real cada vez más bajo. La calidad total es un enfoque de sistema total (no un área o programa

---

<sup>7</sup> Administración y control de la calidad 2008: 13



independiente) y parte integral de una estrategia de alto nivel; funciona de modo horizontal en todas las funciones y departamentos, comprende a todos los empleados, de arriba abajo y se extiende hacia atrás y hacia adelante para incluir la cadena de proveedores y la cadena de clientes. La calidad total destaca el aprendizaje y la adaptación al cambio continuo como las claves para el éxito de la organización. La base de la calidad total es filosófica: el método científico. La TQ incluye sistemas, métodos y herramientas. Los sistemas permiten cambiar; la filosofía permanece igual. La TQ se fundamenta en valores que resaltan la dignidad del individuo y el poder de acción de la comunidad<sup>8</sup>.

Otro aspecto importante de la gestión de la calidad es la identificación de los procesos críticos. “Un proceso crítico es aquel que influencia un factor competitivo que la empresa quiera reforzar o expandir. Los gerentes no necesitan de instrumentos sofisticados para identificar procesos críticos ellos necesitan de una estrategia clara.”<sup>9</sup>

En vista de que el término proceso cobra mayor relevancia debemos definirlo para una mejor comprensión de su alcance. Entonces podemos definir un proceso como un conjunto de actividades realizadas por un individuo o grupo de individuos cuyo objetivo es transformar entradas en salidas que serán útiles para un cliente.<sup>10</sup>

Todo proceso para ser considerado como tal, debe cumplir las siguientes características<sup>11</sup>:

- Posibilidad de ser definido
- Presentación de unos límites
- Posibilidad de ser representado gráficamente

---

<sup>8</sup> Administración de la calidad total 2008: 18

<sup>9</sup> Rummler y Brache (1994)

<sup>10</sup> César Camisón, Sonia Cruz, Tomás González: 843



- Existencia de un responsable

Con el fin de analizar el proceso se deben aplicar diversas herramientas, las cuales deben dar una visión clara y exacta de la realidad en la que se desarrolla el proceso.

La gestión de la calidad nos habla constantemente de la mejora continua ya que esta es su característica principal. Para llevar a cabo un proceso con calidad se han establecido normas internacionales como la ISO9000 que determina los estándares básicos a tomar en cuenta en cualquier proceso u organización.

Las normas ISO 9000 requieren que todos los elementos necesarios para un sistema de calidad, como los procesos de control, el equipo de medición y pruebas y otros recursos necesarios para lograr la calidad se registren en un manual de calidad<sup>12</sup>.

Entre las principales herramientas básicas para la mejora de los procesos podemos mencionar las siguientes: Diagrama de flujo, Hoja de verificación, Histogramas, Diagramas de causa-efecto, Diagramas de Pareto, Diagramas de dispersión, Gráficas de control.

Por último, debemos tener en claro cuáles son las principales variables en cada una de las etapas del proceso a fin de determinar los indicadores de gestión más adecuados.

## **h) Indicadores**

Los indicadores de gestión son un elemento de control conformado por el conjunto de mecanismos necesarios para la evaluación de la gestión. Éstos permiten establecer el grado de avance o logro de los objetivos trazados y de los resultados esperados del proceso en relación con los bienes o servicios que se generan. En este sentido, los indicadores se constituyen en una herramienta no sólo para la toma de decisiones, sino también para la formulación de estrategias y acciones para la mejora de los procesos institucionales. El diseño y cálculo de los indicadores de gestión, además de posibilitar

---

<sup>11</sup> César Camisón, Sonia Cruz, Tomás González: 845



una mayor eficiencia en la asignación de los recursos y una mayor eficacia en el logro de los objetivos propuestos, permite adecuar los procesos internos detectando inconsistencias entre los objetivos de la institución y su quehacer cotidiano, a la vez que ayuda a mejorar la coordinación entre los diferentes niveles administrativos y áreas de trabajo de la institución.<sup>13</sup>

Se presentan como un conjunto de variables cuantitativas o cualitativas sujetas a medición, que permiten observar la situación y las tendencias de cambio generadas en la institución, en relación con el logro de los objetivos y metas previstos. Su medición periódica permite establecer el grado de avance o logro de los objetivos trazados y de los resultados esperados del proceso, en relación con los productos y servicios que éste genera para la ciudadanía o para las partes interesadas de la entidad. La valoración global del resultado asociado a un objetivo requiere diseñar indicadores relativos a aspectos de eficacia, eficiencia y calidad. Así mismo, con el objeto de conocer el impacto real de la gestión, se introduce el concepto de efectividad.<sup>14</sup>

### **i) Ciclo PHVA**

Este conocido también como el Ciclo de Deming en memoria de su creador Edwards Deming.

Esta herramienta se enmarca en la Gestión de la Calidad Total y busca la mejora continua a través de 4 pasos sistemáticos: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar. De esta manera determina un plan de acción cíclico, tal como se muestra en la Figura No. 06 que permite lograr los objetivos de calidad trazados por las empresas.

---

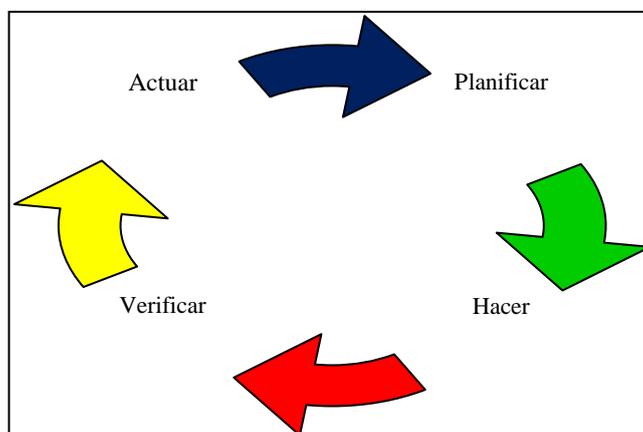
<sup>12</sup> Administración y control de la calidad (2008):479

<sup>13</sup> Instituto Tecnológico Metropolitano (2009): 4

<sup>14</sup> Instituto Tecnológico Metropolitano (2009): 10



Figura No. 06  
Ciclo PHVA



### Planificar

Este es el primer paso, pero antes de iniciar se debe tener muy claro cuál es el objetivo que se busca alcanzar, que es lo que se quiere solucionar, de modo que no se pierda de vista a lo largo del ciclo.

Al momento de planificar se debe listar todas las actividades que se deben realizar para lograr el objetivo esperado. Es importante que los objetivos, y por ende las actividades para llegar a ellos, sean reales y que se puedan cumplir en un corto-mediano plazo, de modo que la herramienta sea efectiva. Si los objetivos son inalcanzables o muy lejanos, se corre el riesgo de que la herramienta se quede sólo en el intento. Por ello, como parte de la etapa de planificación, se debe establecer un cronograma con fechas límite e indicadores para cada una de las actividades listadas, así como prioridades de ejecución.

Así mismo, en esta etapa se debe tener en consideración que recursos se van a utilizar para cada una de las actividades listadas, si es que se cuenta con ellos o hace falta adquirirlos.

En esta etapa se deben responder todas las siguientes preguntas: qué, cómo, cuándo, dónde, quién, porqué, para qué y con qué.



Esta primera etapa marcará la hoja de ruta a seguir para cumplir con los objetivos esperados.

### Hacer

Esta segunda etapa resulta la más trabajosa en términos operativos, pues se trata de ejecutar todo lo planificado en la etapa previa.

Si durante la ejecución de lo planificado se nota que se deben realizar cambios, se debe regresar a la etapa previa para incluir estos cambios como parte de la planificación. Sin embargo, lo más recomendable es no realizar cambios durante esta etapa.

En esta etapa el liderazgo de los responsables es determinante para cumplir con las actividades programadas.

### Verificar

En esta etapa la clave es la observación. Se debe revisar lo actuado frente a lo planificado para determinar si se lograron los objetivos planteados en la etapa de planificación. Se deben monitorear y controlar los indicadores que se plantearon en la etapa de planificación.

En esta etapa no sólo se deben revisar los objetivos sino también si la planificación de los recursos fue acertada y si estos se utilizaron según lo planificado.



### Actuar

Esta es la etapa final del ciclo PHVA aunque no la última, pues al tratarse de un ciclo, una vez que se llega a esta etapa, se debe tomar nota de lo actuado y volver a empezar desde el inicio nuevamente.

En esta etapa se debe tomar nota de las lecciones aprendidas durante la etapa de ejecución, así como las desviaciones encontradas en la etapa de verificación; y se deben realizar las correcciones necesarias que no se cometan los mismos errores a futuro.

La etapa de actuar debe dirigirse a realizar los ajustes necesarios.

### **j) Kaizen**

Kaizen es una palabra japonesa que significa “cambio bueno” (kai = cambio y zen = bueno) (Suárez y otros, 2011). Este término fue utilizado por primera vez por Masaaki Imai en el año 1989 y desde esa época ha cobrado cada vez más mayor importancia en las empresas manufactureras como una metodología clave para mejorar la competitividad, en el marco de la mejora continua (Suárez-Barraza y Dávila, 2009).

Más que una metodología, el Kaizen es considerado por muchos una filosofía de vida, que, en su aplicación empresarial, abarca no sólo a un área específica, sino que a toda la empresa en su conjunto, desde la alta gerencia hasta los operarios (Imai, 1995). Por tanto, en su implementación, es crucial que los empleados, a todo nivel, se encuentren involucrados. Para ello, se debe buscar su participación activa, la cual no será posible si primero no comprenden e interiorizan esta metodología, que más allá de buscar un objetivo específico (orientado a resultados), busca cambiar la forma en la que se hacen las cosas (orienta a procesos).

Las mejoras que se logran a través de esta metodología son generalmente pequeñas y sutiles; pues su aplicación es paulatina y sistemática. Sin embargo, si es bien aplicada, a lo largo del tiempo, sus resultados son considerables y duraderos (Ortiz, 2006).



Imai en su libro “Como implementar el Kaizen en el sitio de Trabajo”, señala que la metodología Kaizen se basa en tres pilares, en el marco del enfoque del sentido común y bajo costo: la estandarización, las 5 S (housekeeping) y a eliminación del “muda”.

Por otro lado, existe una serie de principios rectores que guían el comportamiento de las personas al momento de aplicar las técnicas y herramientas dentro de la metodología Kaizen, con el fin de mejorar su trabajo cotidiano, las cuales se presentan en el Tabla No. 1<sup>15</sup>.



Tabla No. 1

Principios Rectores, técnicas y herramientas del Kaizen

Principio Rector	Técnicas	Herramientas
<b>Principio Rector 1: Elementos Básicos</b>  Referido a la simple idea de que es lo primero que se tiene que implantar para cimentar al Kaizen	1.1 Las 5'S	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tarjetas rojas y amarillas</li> <li>- Hoja del plan de implantación</li> <li>- Check list u hoja de toma de datos antes y después de la implantación</li> <li>- Hoja del plan de seguimiento</li> <li>- Hoja de estándares de limpieza preventiva</li> </ul>
	1.2. La estandarización	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoja del estándar operativo o SOP (Standard Operation Procedure)</li> <li>- Check list de recolección de datos</li> </ul>
<b>Principio Rector 2: Mantenimiento y Mejora de los Estándares</b>  La mejora continua tiene como requisito fundamental el establecimiento de estándares	2.1. Aplicación del Ciclo PDCA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoja de planes de negocio y de planes de calidad (PDCA a nivel organizacional)</li> <li>- Hoja de despliegue de políticas (Hoshin Kanri)</li> <li>- Hoja de objetivos en los tres niveles organizacional, de procesos e individual</li> <li>- Hoja de propósito, objetivos, e indicadores de los procesos de trabajo (PDCA a nivel de procesos)</li> <li>- Formato de ideas de mejora (PDCA a nivel individual), también conocido como mini-píldoras de mejora</li> </ul>
<b>Principio Rector 3: Enfoque de Procesos</b>  El Kaizen centra todos sus esfuerzos de mejora en los procesos de la organización	3.1. Rediseño de Procesos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagrama de sistemas</li> <li>- Diagramas de bloques</li> <li>- Diagramas de flujo y participantes</li> <li>- Matriz de selección del proceso</li> <li>- Matriz de indicadores de medición del proceso</li> <li>- Mecanismos y paquetes informáticos de automatización</li> </ul>
<b>Principio Rector 4: Enfoque a las Personas</b>  El Kaizen centra todos sus esfuerzos de mejora con una alta participación de los empleados	4.1. Red de Equipos de Mejora	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acuerdo de formación del equipo</li> <li>- Memoria del equipo (reglas, roles, nombre, logotipo)</li> <li>- Hoja de control de la red de equipos de mejora</li> <li>- Hoja de seguimiento de los proyectos de mejora</li> <li>- Manual de desarrollo de proyectos de mejora</li> <li>- Diagrama de afinidad o TKJ</li> </ul>
	4.2. Educación y Capacitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programa de formación y educación a corto, medio y largo plazo</li> <li>- Expedientes de cursos</li> <li>- Planes de carrera de cada empleado</li> </ul>
	4.3. Relación Senpai-censei-Kohai (Maestro-Aprendiz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programa de reuniones y de estudio</li> <li>- Programa de formación y educación</li> <li>- Matriz de habilidades de liderazgo</li> </ul>
<b>Principio Rector 5: La Mejora Continua del Trabajo Diario</b>  El Kaizen se enfoca en una mejora constante cotidiana a través de la resolución de problemas en el lugar de trabajo (gemba) y la eliminación del MUDA (palabra japonesa para desperdicio o despilfarrar; cualquier actividad que consuma recursos y no cumpla con los requerimientos del cliente)	5.1. Administración del Gemba (palabra japonesa para lugar de trabajo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Check list u hoja de recolección de datos para detectar el Muda en el lugar de trabajo</li> <li>- Hoja de análisis y resumen de las anomalías encontradas</li> <li>- Mapa de la distribución física (layout) antes y después de la mejora</li> <li>- Protocolo de entrevista de diagnóstico (los 5 por qué)</li> <li>- Forma de observación de tiempos</li> <li>- Sistema de sugerencias de mejora (Kaizen Teian)</li> </ul>
	5.2. Talleres de Mejoras Rápidas del Kaizen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Check list u hoja de recolección de datos para detectar el Muda en el lugar de trabajo</li> <li>- Hoja de estándar operativa (SOP)</li> <li>- Hoja de análisis y resumen de las anomalías encontradas</li> <li>- Mapa de la distribución física (layout) antes y después de la mejora</li> <li>- Protocolo de entrevista de diagnóstico (los 5 por qué)</li> <li>- Forma de observación de tiempos</li> <li>- Tabla resumen del cambio</li> </ul>
	5.3. La Historia de la Calidad (QC Story)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Check list u hoja de recolección de datos de frecuencias de los problemas</li> <li>- Tabla de efectos de los problemas</li> <li>- Diagrama de Pareto</li> <li>- Diagrama de Ishikawa</li> <li>- Histograma</li> <li>- Diagrama de Gantt (Plan de acción de mejora)</li> </ul>

Fuente: Suárez Barraza, Castillo, & Dávila, La aplicación del Kaizen en las organizaciones mexicanas. Un estudio

<sup>15</sup> Suárez Barraza, Castillo, & Dávila, La aplicación del Kaizen en las organizaciones mexicanas. Un



## k) Sistema de las Cinco S

Esta metodología toma su nombre de cada una de las acciones a realizar para implementarlo, que en japonés empiezan todas con la letra “s”:

En el tabla no. 03 se listan las 5 acciones con sus respectivas definiciones.

Tabla No. 02

### Las 5 S

Acción	Definición
a. Seiri ó Clasificar	Separar los artículos necesarios de los innecesarios (incluye herramientas, partes, materiales y documentación) y descartar los innecesarios.
b. Seiton ó Ordenar	Acomodar con cuidado lo que queda, con un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar. Organizar el área de trabajo para que sea sencillo encontrar lo que se requiere.
c. Seiso ó Limpiar	Limpiar y lavar el área de trabajo hasta que brille.
d. Seiketsu ó Estandarizar	Establecer programas y métodos para realizar la limpieza y clasificación. Formalizar la limpieza que resulta al realizar con regularidad las tres primeras prácticas S de manera que se mantenga una limpieza permanente y un estado de buena disposición.
e. Shitsuke ó Disciplina	Crear una disciplina para realizar las primeras cuatro prácticas S, con las que todos entienden, obedecen y practican las reglas dentro de la planta. Implementar mecanismos para sustentar las ganancias con la participación de la gente y reconocerlas a través del sistema de medición del desempeño.

Fuente: (KRAJEWSKI, 2013)

A continuación se detalla cada una de las etapas previamente listadas, según lo descrito por Imai en su libro “Como implementar el Kaizen en el sitio de trabajo (Gemba)”.



### Seiri (Clasificar/Separar)

Este es el primer paso de la metodología 5S. Consiste en clasificar los items que se encuentran en el área de trabajo en la que se va a desarrollar esta metodología en elementos necesarios e innecesarios. Dado que este ejercicio puede resultar subjetivo dependiendo de quien lo realice, Imai propone como método práctico clasificar como innecesario todo aquello que no ha sido utilizado en los próximos 30 días.

Una vez que se clasifican los items, se deben etiquetar aquellos considerados como innecesarios (con etiqueta de color rojo), de modo que se pueda visualizar fácilmente para ser eliminados o guardados en su lugar.

Al final de este ejercicio, se debe documentar el número máximo de items que se requiere para realizar la operación y se recomienda que las gerencias medias y la gerencia general analise la situación, en base a los hallazgos encontrados, a fin de plantear medidas para corregir el sistema que dio lugar al despilfarro.

### Seiton (Ordenar)

Este es el segundo paso en la metodología, pues, después de clasificar se debe ordenar. Cada item clasificado como necesario (de uso frecuente), deben tener un lugar, el cual debe procurar el menor esfuerzo y tiempo de búsqueda. Para ello, es necesario que no sólo los items se encuentren identificados con un nombre y volumen máximo, sino también los espacios, estos deben delineararse con la silueta de las herramientas para identificar facilmente su lugar o si se encuentra en uso. Esto toma mayor importancia sobretodo cuando se trata no de herramientas pero si de items en proceso.

Los ambientes de tránsito, como los pasadizos, también deben estar señalizados como tales, de modo que, si se deja algún item en este espacio, salte rápidamente a la luz para realizar las acciones correctivas correspondientes.



### Seiso (Limpiar)

Después de ordenar se debe limpiar. Esto significa que todas las máquinas, herramientas, así como el área de trabajo debe estar limpia. De este modo, se puede identificar fácilmente si una máquina/herramienta tiene algún defecto o problema. Este paso también es considerado como un aprendizaje para los operadores, pues se pueden realizar descubrimientos útiles mientras se realiza la limpieza de las máquinas/herramientas.

Lo mismo sucede en el área de trabajo, al limpiar se puede visualizar si existen cables pelados, pisos rotos y otros.

De este modo, se pueden tomar las acciones correctivas y preventivas necesarias antes que ocurran accidentes.

### Seiketsu (Estandarizar/ Sistematizar)

Esta cuarta etapa de la metodología busca continuar trabajando en los tres pasos previstos en forma continua (todos los días). Se trata de mantener el orden y la limpieza ya logrado, pues si se trata sólo de una actividad de una vez, pronto la situación inicial volverá.

Este paso requiere de un gran compromiso por parte de la gerencia, de modo que todo el personal entienda que estas actividades deben realizarse diariamente. En esta etapa es necesario que se determine con qué frecuencia se debe realizar cada uno de los pasos previos, quienes deben realizar así como quienes deben controlarlo.

### Shitsuke (Disciplina)

Esta última etapa busca la autodisciplina de modo que la práctica de los pasos previos se vuelvan un hábito para los trabajadores.

Para esta última etapa, ya se deben tener definidos los estándares sobre los cuales se medirá el desempeño de los trabajadores, de modo que se pueda advertir cualquier desviación.

Es importante que la gerencia realicen una evaluación regular del progreso alcanzado en cada etapa de Kaizen, para ello se pueden utilizar los siguientes métodos de evaluación:



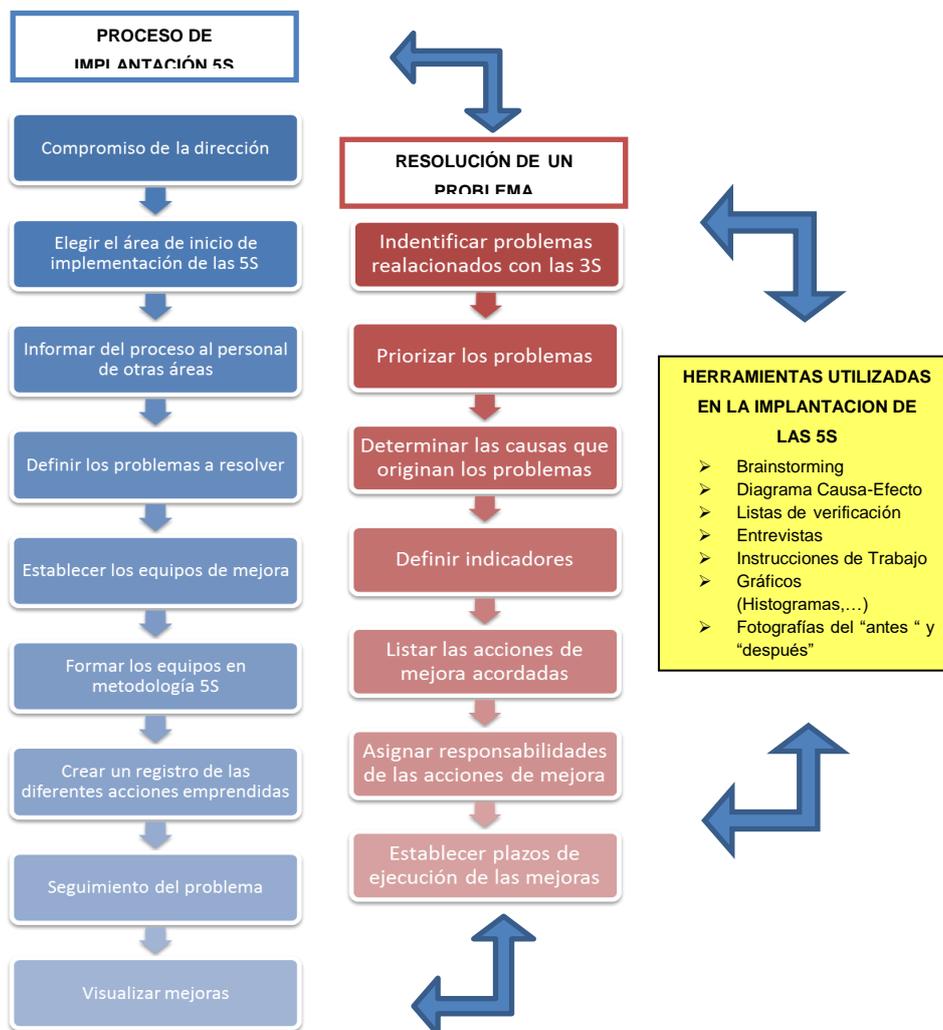
Autoevaluación, evaluación por parte de un consultor experto, evaluación por parte de un superior, una combinación de los tres puntos anteriores, competencia entre grupos gemba.

### Implementación de las 5S

Para la implementación de las 5S se tomará como referencia la secuencia propuesta por Héctor Vargas en su Manual de Implementación Programa 5S (2004), la misma que se presenta en la Figura No. 07.

Figura No. 07

### Metodología para la implementación de las 5S



Fuente: Vargas 2004



## CAPITULO 2: FORMULACION Y DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA

### 2.1 OBJETO DE ESTUDIO

#### a) **Análisis de la situación actual de la compañía y sus procesos**

El crecimiento progresivo del sector minero en los últimos 20 años ha propiciado el suministro de equipos, herramientas y suministros de acero para la gran cantidad de unidades mineras en operación. De este modo, las empresas metalmeccánicas -tienen una gran oportunidad en los más de 400 prospectos y proyectos de exploración aún vigentes.

La Sociedad Nacional de Industrias ha estimado que los principales equipos metalmeccánicos de las mineras del Perú, celdas de flotación y plantas concentradoras, son producidas en un 60% con insumos nacionales y en un 40% con importados. La normatividad internacional señala que si un producto contiene en su composición más del 50% de insumos nacionales, se considera “hecho en el país”; por lo tanto podemos deducir que la industria metalmeccánica peruana ha desarrollado su propia producción de bienes, respondiendo a los exigentes estándares de la minería y a la acelerada demanda del sector.

Se espera que los trabajos para la industria metalmeccánica, producto de las inversiones mineras, se realicen en un 95% o 98% en el país. La producción nacional, actualmente se encuentra en un 70% a 80%.

En la actualidad, el mercado metalmeccánico en el Perú registra un movimiento comercial de entre mil y mil quinientos millones de dólares anuales.

La evolución de la industria metalmeccánica potenciará la generación de empleo en nuestro país; sin embargo, los recursos humanos que requiere el sector deben estar capacitados para los requerimientos cada vez más exigentes del mercado.



La fuerza laboral directa que está demandando el sector es más o menos cien mil personas y considerando la indirecta llegamos a trescientos mil. Sin embargo se requiere más mano de obra, aproximadamente un 20% adicional. Significará la creación de nuevas fuentes de trabajo; pero sobre todo de mano de obra calificada.

El sector minero ha dado lugar a un gigantesco clúster productivo metalmecánico, que además de apoyar a los principales proyectos mineros del país, también se ha posicionado con éxito en la industria energética, del gas natural y en la petroquímica.

#### Proyectos en el sector minero

La cartera estimada de inversión en minería se encuentra compuesta por 54 principales proyectos incluidos los de ampliación de unidades mineras, otros en etapa de exploración avanzada así como los proyectos con estudio ambiental aprobado o en proceso de evaluación, como se muestra en la Tabla No. 03. Todos estos proyectos, en conjunto, alcanzan los US\$ 60. 938 millones.

#### Proyectos en otros sectores industriales

Los proyectos de inversión que se vislumbran para los próximos años pertenecen a diferentes sectores industriales. Si bien, en el Perú, los proyectos de inversión en minería son los de mayor impacto como cartera, también se tienen proyectos de inversión en otros sectores, que pueden ser de interés para TAMA S.A.C. en su afán de ingresar en nuevos mercados, dado que el sector de proyectos mineros se muestra en desaceleración, de acuerdo con los anuncios de inversión del BCR (Tabla No. 03).



Tabla No. 03

Anuncios de Proyectos de Inversión Privada

(PBI por sectores económicos – Reporte de inflación enero 2015 – BCR)<sup>16</sup>

<b>ANUNCIOS DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PRIVADA: 2015 - 2016</b> (Millones de US\$)				
	Total Inversión			Número de Proyectos
	RI Oct. 14	RI Ene. 15	Diferencia	
Minería	12 768	12 549	-219	33
Hidrocarburos	5 368	5 856	488	21
Electricidad	3 612	4 080	468	31
Industrial	1 577	1 715	138	13
Infraestructura	2 767	2 767	0	20
Otros Sectores	4 545	4 767	222	89
<b>Total</b>	<b>30 637</b>	<b>31 734</b>	<b>1 097</b>	<b>207</b>

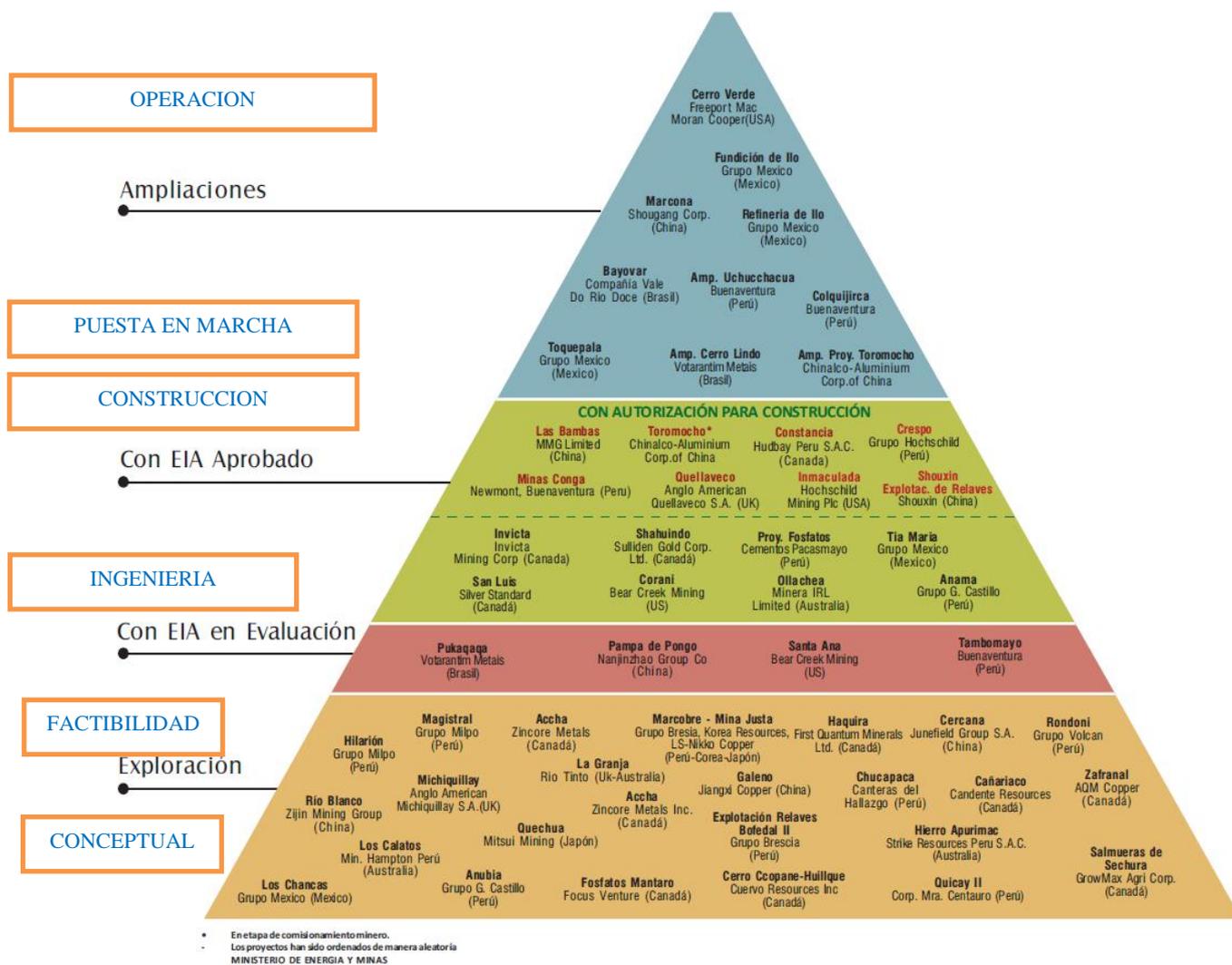
RI: Reporte de Inflación.

Fuente: Banco Central de Reserva

<sup>16</sup> Reporte de inflación Enero 2015 Panorama actual y proyecciones macroeconómicas 2014-2016 – BCR.



Figura No. 08  
Pirámide de Proyectos Mineros



Fuente: Ministerio de Energía y Minas y Elaboración Propia

## b) Organización objetivo: Tama Ingenieros S.A.C.

Tama Ingenieros S.A.C. es una empresa industrial del sector metalmeccánico que inició sus operaciones en septiembre del 2004, dedicada al diseño y fabricación de equipos para la industria minera, siderúrgica, agroindustrial y de la construcción.



En sus inicios, la empresa realizaba sus operaciones en 2 locales alquilados de 160m<sup>2</sup> y 400m<sup>2</sup> cada uno. En septiembre del 2013 consolida todas sus operaciones en un solo local alquilado de 2,270m<sup>2</sup>, ubicado en el distrito de Ate Vitarte, con una capacidad instalada de producción 85ton/mes. Actualmente, la empresa cuenta con un total de 92 trabajadores, de los cuales 32 son personal administrativo y 60 personal operario. El personal trabaja en un solo turno de lunes a viernes de 8:00 a 17:30 horas. En casos particulares, el personal trabaja horas extras a fin de cumplir con los plazos de entrega comprometidos.

Entre sus principales clientes se encuentran las siguientes empresas:

- Outotec
- Goldex
- FLSmidth Minerals
- Sandvik
- Corporación Aceros Arequipa S.A.
- Metso
- Minsur
- Siderperu
- Weir Minerals
- Minera Barrick
- Yura
- Antamina
- Tecpromin S.A.
- Eriez Flotation Division

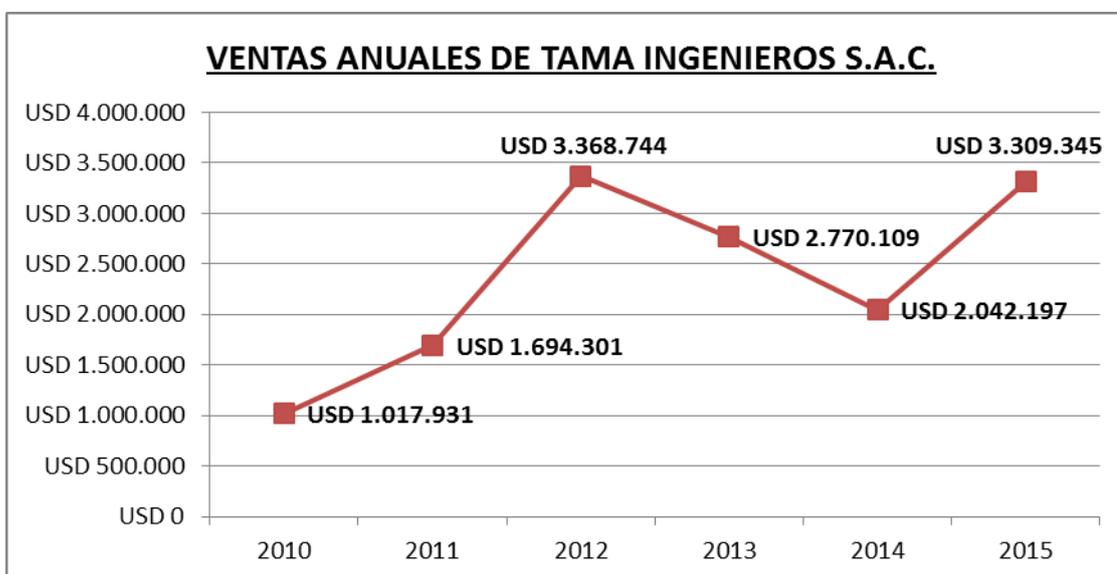
Entre sus principales competidores, se encuentra las empresas:

- Fyaga Ingenieros Contratistas S.A.C.
- Lagos Industrial S.A.C.
- Consorcio Industrial Comercial S.A.C.
- Heap Leaching Consulting S.A.C.



Entre los años 2009 y 2012 la empresa experimentó un incremento continuo de sus ventas anuales. En los años 2013 y 2014, las ventas cayeron en un 18% y 23% progresivamente, en respuesta a la caída del sector minero en dichos años. Sin embargo, el último año (2015), debido a la diversificación de su mercado objetivo, la empresa ha experimentado una incremento en sus ventas, como muestra el Figura No. 09.

Figura No. 09  
Ventas Anuales de Tama Ingenieros S.A.C.



Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 04  
Ventas Anuales Tama Ingenieros

<b>TAMA INGENIEROS S.A.C.</b>					
VENTAS EN LOS ULTIMOS 6 AÑOS (\$)					
2010	2011	2012	2013	2014	2015
\$1,017,931	\$1,694,301	\$3,368,744	\$2,770,109	\$2,042,147	\$3,309,345

En el Figura No. 10 se presenta la cadena de valor de la empresa, donde se muestra que la actividad productiva de la empresa es una de sus actividades claves.

Figura No. 10  
Cadena de Valor de Tama Ingenieros S.A.C.



Fuente: Tama Ingenieros S.A.C.

**c) Visión**

TAMA es una empresa que se proyecta como una solución a la industria peruana. Espera convertirse en un socio estratégico de sus clientes, siendo el apoyo tecnológico que se requiere en la ejecución de los proyectos.

**d) Misión**

TAMA es una empresa con responsabilidad social empresarial, que busca el bienestar de sus accionistas, empleados, proveedores, operarios y la comunidad donde se desarrolla. Todo esto, con el objetivo de contribuir al desarrollo del país.

**e) Objetivos Estratégicos**

1. Aumentar las ventas en 10% para el 2015 y el 2016, basados en las proyecciones de proyectos de construcción, según las cuales el 50% puede provenir del mercado de mediana minería y el otro 50% de los mercados de energía e infraestructura donde se ha decidido incursionar.
2. Consolidación dentro del mercado de metalmecánicas medianas (2 – 5 \$MM ventas).
3. Ser reconocidos en el mercado como proveedor estratégico de repuestos de maquinaria minera y equipos medianos.
4. Desarrollo de estándares de procesos de fabricación con la participación de colaboradores externos (consultores)
5. Búsqueda y negociación con posibles socios proveedores de servicios terceros que no maneja la empresa
6. Impulsar el desarrollo de nuestros colaboradores con entrenamiento y capacitación de nuevas técnicas de fabricación. Además, incentivar a los colaboradores a capacitarse en cursos de calderería (armado) y soldadura.

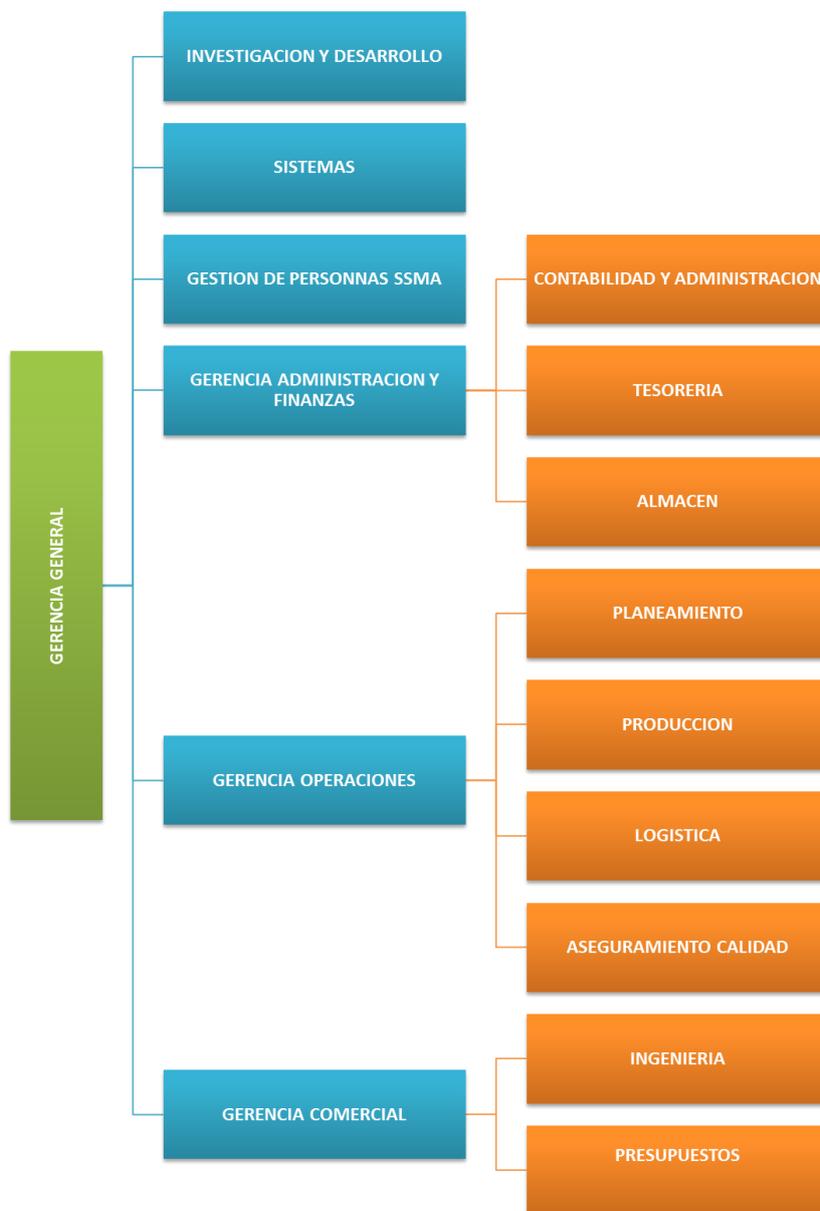


## f) Organigrama

A continuación, en el gráfico No. 08 se muestra el organigrama de la empresa.

Figura No. 11

Organigrama de Tama Ingenieros S.A.C.



Fuente: Elaboración propia



## **2.2 FORMULACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA**

### **a) Descripción del proceso e identificación de variables**

#### Gestión de operaciones

Con el fin de establecer la mejor metodología que se debe aplicar para solucionar el problema identificado, es necesario tener claro 3 aspectos de la empresa, los cuales deben estar alineados al establecimiento y selección de la metodología más adecuada:

- Estructura del Proceso de Manufactura
- Prioridad competitiva
- Estrategia de manufactura

#### **Estructura del Proceso de Manufactura**

Como se ha mencionado anteriormente, Tama es una empresa del rubro metal mecánico, cuya actividad clave es la fabricación de equipos y/o partes para los sectores mineros, infraestructura, industrial, entre otros. Su proceso de producción inicia con la recepción de una orden de trabajo con un plano específico del bien que se desea fabricar. Los bienes fabricados son, generalmente, únicos y especializados. Todas estas características posicionan a Tama como una empresa con una estructura “Proceso de trabajo o tipo taller”.

Sin embargo, cabe indicar que, en los últimos años, la empresa viene fabricando piezas repetitivas, a pedido del mercado, cuya demanda está en aumento.



Tomando en consideración esta última información, la empresa Tama estaría entrando a una configuración diferente, cuyo proceso de manufactura estaría ubicado ya no en una estructura de proceso de trabajo sino una estructura de lote pequeño.

En base a este análisis, es posible sustentar la propuesta de estandarización de su proceso de producción, pero enfocado, tal y como se ha mencionado a lo largo de este trabajo, en el sector de productos estándar que presentan una estructura por lote y no por taller.

En la medida que la demanda de los productos estándar incrementa, la empresa debe evaluar la posibilidad de dividir sus procesos de producción en dos, ya que cada una de estas estructuras maneja una forma de trabajo diferente.

En el Tabla No. 14 se presenta la matriz producto-proceso para manufactura de la empresa Tama Ingenieros.

Tabla no. 14

Matriz producto-proceso empresa Tama Ingenieros S.A.C.

CARACTERÍSTICAS DE LOS PROCESOS	(1) Productos de bajo volumen, hechos bajo pedido del cliente	(2) Múltiples productos, con volumen bajo a moderado	(3) Pocos productos principales, volumen alto	(4) Productos básicos de alto volumen y alto grado de estandarización
(1) Proceso centralizado, con secuencia de tareas flexible y única	PROCESO DE TRABAJO			
(2) Flujos lineales desconectados, trabajo moderadamente complejo		PROCESO POR LOTES PEQUEÑOS		
(3) Flujos lineales conectados, trabajo muy repetitivo		PROCESO POR LOTES GRANDES	PROCESO EN LÍNEA	
(4) Flujos continuos				PROCESO CONTINUO

Fuente: elaboración propia



### **Prioridad Competitiva**

Si tenemos en consideración que Tama fabrica equipos y/o partes muy disímiles entre sí, para la cual requiere elaborar planos específicos, se puede decir que su prioridad competitiva es la flexibilidad.

A pesar de ello, y en seguimiento a lo indicado en el análisis previo, respecto a la estructura de manufactura de la empresa, se debe tener en mente que, en la medida que la demanda de los productos estándar incremente y la empresa dirija mayores recursos a la fabricación de éstos, su prioridad competitiva estará más enfocada a la reducción de costos.

Tabla No. 15  
Prioridad Competitiva de Tama Ingenieros S.A.C.

PRIORIDAD COMPETITIVA	
Costo	Operación de bajo costo
Calidad	Superior Consistente
Tiempo	Velocidad de entrega Entrega a tiempo Velocidad de desarrollo
Flexibilidad	Personalización Variedad Flexibilidad de volumen



## Estrategia de Manufactura

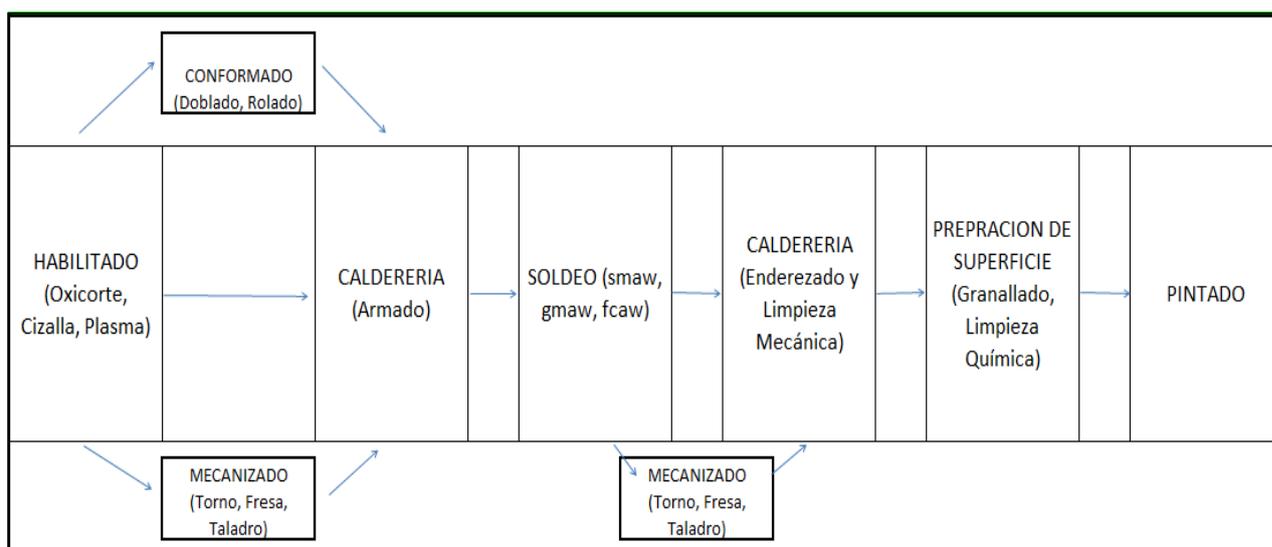
Como se ha mencionado anteriormente, Tama produce a pedido. Es decir, no mantiene productos en stock ni tiene un proceso de fabricación en línea. Por tanto, su estrategia de manufactura es fabricación por pedido (MTO).

### Proceso de Producción

El proceso de producción está dividido en 6 secciones, tal como se muestra en la Figura No. 12. De las 6 secciones sólo 3 son realizadas totalmente por la empresa: habilitado, calderería y soldeo. Las otras 3: conformado, mecanizado y acabado superficial y pintura se tercerizan completamente, pues la empresa no cuenta con los equipos necesarios para realizar esas actividades.

Figura No. 12

Flujo General del Proceso de Producción de Tama Ingenieros S.A.C.



Fuente: Elaboración propia



Habilitado (oxicorte, cizalla, plasma):

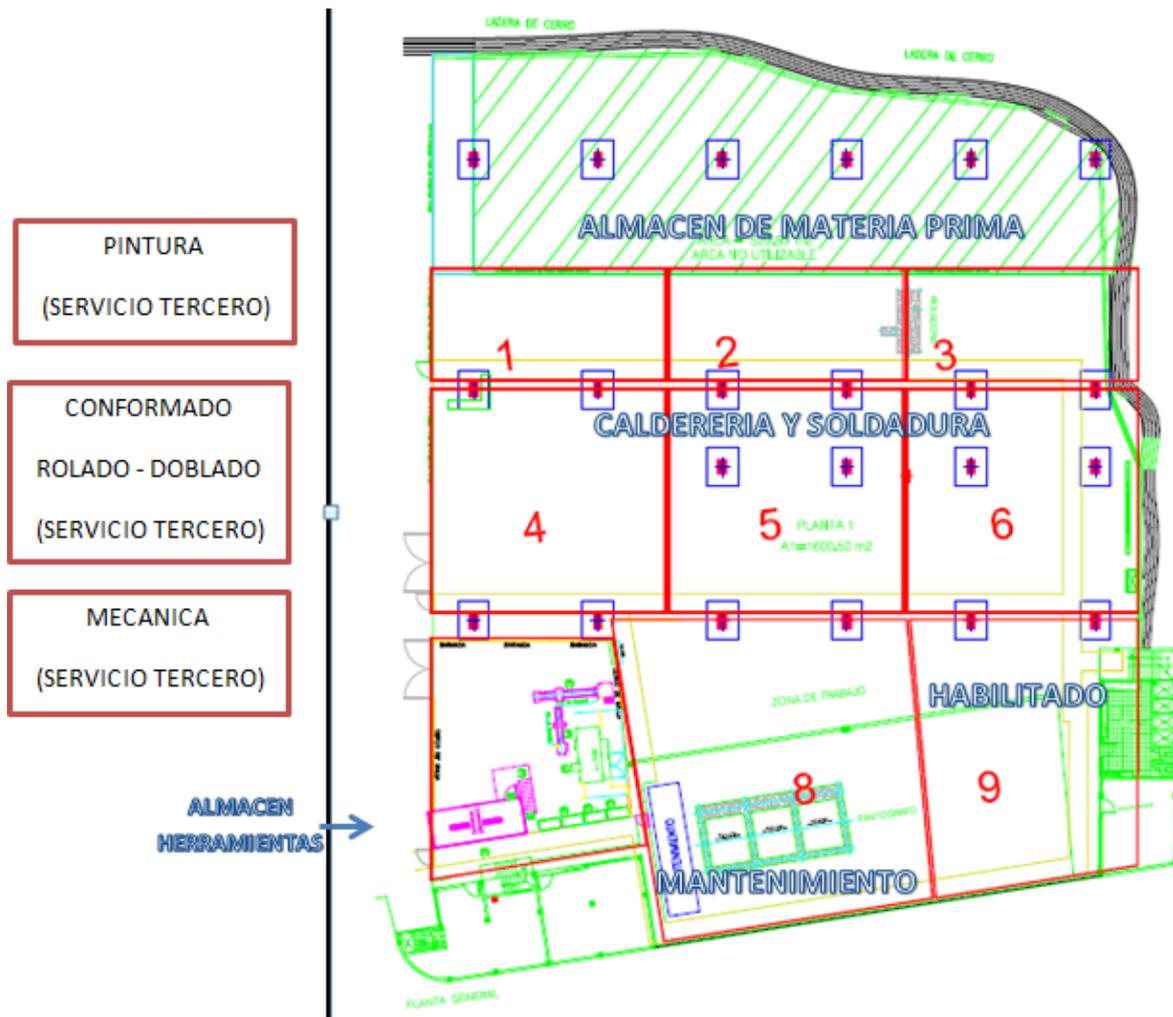
Es la sección donde se “cortan” las planchas de metal de acuerdo a la configuración que se indiquen en los planos de fabricación.

Esta operación se puede realizar de 3 formas:

- Oxicorte: Para corte de material de acero al carbono (fierro negro). Proceso con equipos de uso manual, cañas de corte operadas manualmente en su encendido, apagado y en la trayectoria que debe seguir la antorcha. Ya se cuenta con una máquina de uso semiautomático o automático.
- Cizallado: Para corte de material de acero al carbono y acero inoxidable. Proceso de corte tercerizado. La compañía no cuenta con una máquina cizalladora y cuando necesita este servicio tiene dos opciones: Contrata el servicio de cizallado ó hace el uso de oxicorte, donde empleará más del 200% de hh que debiera usar si contara con una cizalla semiautomática.
- Plasma: Para corte de material acero inoxidable. Proceso con equipos de uso manual, pistola de corte operadas manualmente en su encendido, apagado y en la trayectoria que debe seguir la antorcha. Ya se cuenta con una máquina de uso semiautomático o automático.



Figura 13  
Plano de la Empresa





## Zona de Habilitado



### Conformado (doblado, rolado)

Es la sección donde se da forma preliminar al material, a través de dos procesos:

Rolado: conformado de cilindros

Doblado: plegado de planchas.

La compañía no tiene ninguna maquinaria para estas operaciones, por lo que terceriza el servicio. Sólo tiene un área para el envío y recepción de materiales.

### Mecanizado (torno, fresa, taladro)

La empresa no cuenta con maquinaria para realizar esta operación, por tanto la terceriza. Sólo tiene un área para el envío y recepción de materiales.

Los principales servicios de mecánica terciarizados son:



- Servicios de Máquina Torno
- Servicios de Máquina Fresadora
- Servicios de Máquina Cepillo

### Calderería (armado)

Es la sección donde se realizan las construcciones con las planchas y perfiles que la sección de habilitado provee. Además también requiere insumos del almacén y artículos de compra directa. En esta área se definen las construcciones de los equipos: en cuantos módulos, las fases en que será fabricado, el lugar en que será armado de acuerdo con el peso y el tamaño del equipo. Sus instalaciones son las mismas que usa la sección de soldadura. Debe coordinar estrecha y constantemente con el área de soldadura, porque sus procesos son alternados.

### Zona de Calderería





### Soldadura (smaw, gmaw, fcaw, saw)

La soldadura es el complemento de la Calderería. Se encarga de proceso propio de soldadura de las piezas de los equipos. Hoy en día se cuentan con variados procesos de soldadura, los métodos a usarse se determinan por decisión del supervisor del área.

### Zona de Soldadura



### Acabado superficial y pintura

Consisten en la preparación de la superficie (granallado, limpieza química) y posterior proceso de limpieza mecánica y pintado de los equipos. La compañía no tiene maquinaria para estas operaciones, por lo tanto, terceriza el servicio.

### Relación de máquinas y herramientas

A continuación se lista las herramientas manuales que se utilizan para el proceso de producción:

- Escuadra recta
- Martillos
- Escuadra de combinación
- Compas



- Cincel
- Grapas (sujetadores)
- Niveles
- Útiles de armado

Asimismo, la empresa cuenta con equipos de transporte, según se detalla:

- Montacargas de 3TN 1
- Carrito de transporte de gases (oxicorte) 3
- Carrito de transporte de materiales 3

Finalmente, en la Tabla No. 05 presenta la relación de máquinas con las que cuenta la empresa para realizar el proceso de producción, clasificadas por proceso.



Tabla No. 05

Relación de maquinaria de la empresa Tama

PROCESO	ACTIVIDAD	EQUIPO	CANT	CAPACIDAD	CARACTERISTICA
HABILITADO	CORTE	EQUIPO DE CORTE OXICORTE	5	0-100MM DE ESPESOR A-36	CORTA ACERO AL CARBONO EN CUALQUIER FORMA
		EQUIPO DE CORTE POR PLASMA	1	0-4MM ESPESOR SS(INOX)	CORTA ACERO INOXIDABLE EN CUALQUIER FORMA
		TRONZADORA	2	6MM	CORTA ACERO AL CARBONO E INOXIDABLE EN FORMAS RECTAS
		AMOLADORA	18	25MM	CORTA ACERO AL CARBONO E INOXIDABLE EN FORMAS RECTAS
	PERFORADO	TALADRO MAGNÉTICO	1	PERFORA AGUJEROS DESDE 3MM HASTA 22MM A-36 ESPESOR DE HASTA 10MM	TRABAJA EN CUALQUIER POSICIÓN Y EN CUALQUIER LUGAR DONDE LLEGUE FLUIDO ELÉCTRICO. SOLO TRABAJA CON PORTABROCAS, BROCAS HELICOIDALES Y BROCA CORONA.
		TALADRO COLUMNA	1	PERFORA AGUJEROS DESDE 6MM HASTA 25MM ESPESOR DE HASTA 10MM	TIENE POSICIÓN FIJA Y SOLO TRABAJA CON BROCAS HELICOIDALES.
		PUNZONADORA	1	PERFORA AGUJEROS DESDE 6MM HASTA 25MM ESPESOR DE HASTA 10MM	TRABAJA EN CUALQUIER POSICIÓN Y EN CUALQUIER LUGAR DONDE LLEGUE FLUIDO ELÉCTRICO. TRABAJA CON PUNZONES MECANIZADOS
	APOYO	CARRITOS DE CORTE	2		PORTABLE, CORTES LINEALES
		PANTOGRAFO	1		AUTOMÁTICO, TRAZOS EN UN RADIO DE 0.6M



PROCESO	ACTIVIDAD	EQUIPO	CANT	CAPACIDAD	CARACTERISTICA
ARMADO	APUNTALADO	MÁQUINA DE SOLDAR	3	300A	SUELDAN EN SMAW
			1		SUELDAN EN GMAW
	APOYO	TECLE ELÉCTRICO CON PUENTE	1	CARGA MÁX. 3TON	ALTURA ÚTIL DEL PUENTE: 3M
		PRENSA HIDRAULICA DE 100 TON	1	100 TON	PLEGADO Y ROLADO
		TECLE MANUAL	1	2 TON	EXTENSIÓN DE CADENA: 2M
		TECLE MANUAL	1	1 TON	EXTENSIÓN DE CADENA: 2M
SOLDADURA	SOLDADURA	MÁQUINA DE SOLDAR MILLER	2	340a	SUELDA EN SMAW, GMAW y FCAW
		MÁQUINA DE SOLDAR AMIGO	1		SUELDAN EN GMAW
	APOYO	AMOLADORA DE 4-1/2	2		BISELADO Y CORTE
ENDEREZADO Y LIMPIEZA MECÁNICA	ENDEREZADO	GATA DE PISTÓN HIDRÁULICO	1	30 TON	PORTABLE
		EQUIPO DE CORTE	5		
		TECLE MANUAL			
	LIMPIEZA MECÁNICA	AMOLADORAS	18	DIÁMETRO 7"	CORTE Y DESBASTE
		MÁQUINA DE SOLDAR	3		RELLENO DE SOLDADURA
ROLADO	ROLADO	ROLA MANUAL	1		ENRADA DE PLANCHA DE 75mm DE ANCHO

Fuente: Elaboración propia



### Relación de productos

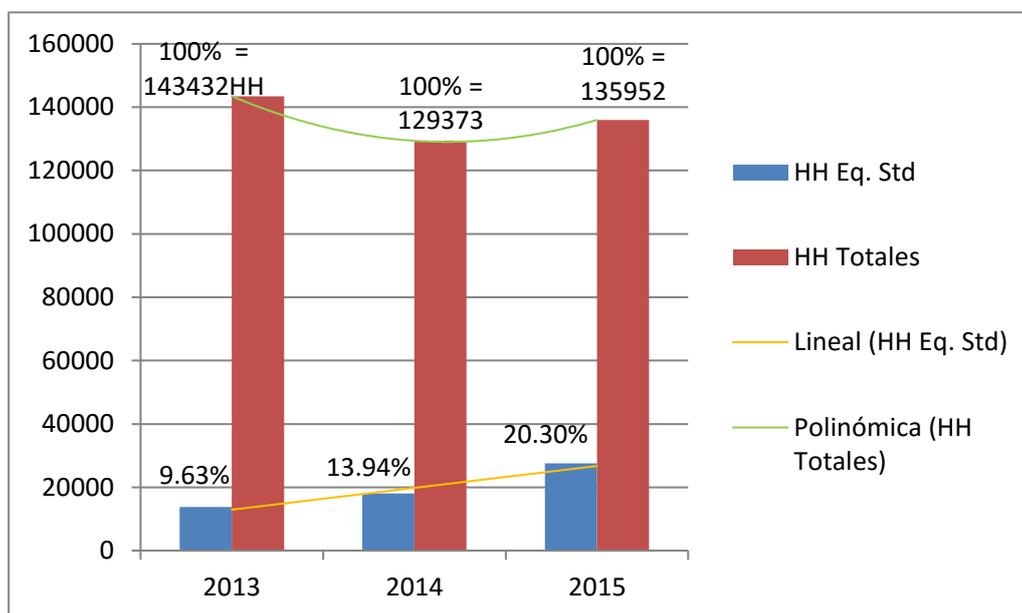
La empresa Tama Ingenieros tiene dos tipos de manufactura:

- Procesos por trabajo (taller) – son productos únicos y especializados
- Procesos por lote pequeño – son productos estándar (ej. Repuestos)

La demanda de los productos estándar ha ido incrementando con el tiempo, tal como se muestra en la Figura No. 14, los cuales generan los mayores márgenes de ganancia para la empresa. Actualmente, Tama fabrica 189 productos estándares.

Figura No. 14

### HH ANUALES FABRICACIÓN EQUIPOS ESTANDAR VS. HH TOTAL EQUIPOS



Fuente: Elaboración propia

Del total de órdenes de fabricación realizadas el año pasado, casi el 30% correspondía a la elaboración de productos estándar, como se muestra en la Tabla No.06 y Figura No. 15.



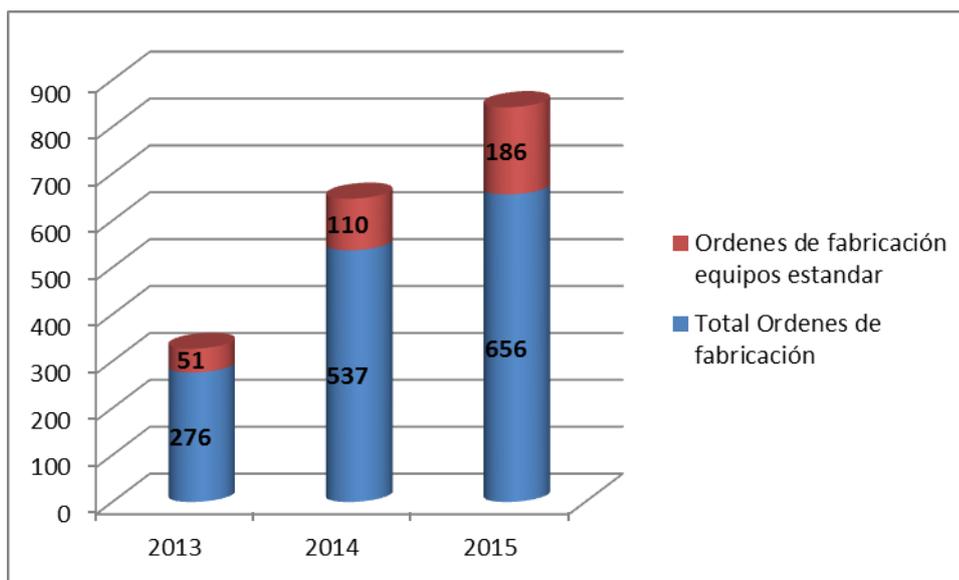
Tabla No. 06

Fabricación de equipos estándar vs. Producción total

	2013	2014	2015
<b>Total Ordenes de fabricación</b>	276	537	656
<b>Ordenes de fabricación equipos estandar</b>	51	110	186
<b>Porcentaje</b>	18%	20%	28%

Figura No. 15

Total de órdenes de fabricación vs. Órdenes de fabricación de equipos estándar



Fuente: elaboración propia

Nuestro análisis se centrará en los productos estándar con mayor demanda, según lo indicado por el Gerente Comercial de Tama Ingenieros, los mismos que se presentan en la Tabla No. 07.



Tabla No. 07  
Productos estándar de mayor demanda

EQUIPO
ANILLO DE REFRIGERACION
BANQUETE POSTIZO
COLECTOR CORONA
CHUTE SUPERIOR
CUADRANTE DE REFRIGERACION
FUNDA SOPORTE DE LANZA
LANZA DE PULVERIZACION
MANIFOLD
PANEL COOLING BLOCK
PANEL LANZA EBT
PLACA EBT
TOLVA ELIPTICA REFRIGERADA
TUBO REFRIGERADO ELIPTICO
TUBO DE TOLVA

Actualmente, los tiempos de producción de los productos estándar son muy variables, en algunos casos superan significativamente el estimado y en otros están por debajo de este. A continuación, se presenta el análisis realizado, en base a información histórica de tiempos de fabricación de los productos listados en la Tabla No. 07, cuyo resumen se presenta en la Tabla No. 08, de donde se evidencia la alta variabilidad en los tiempos de fabricación para el mismo equipo.

Cabe indicar que los ratios de fabricación obtenidos se basan en los tiempos por producto fabricado y no por proceso realizado.



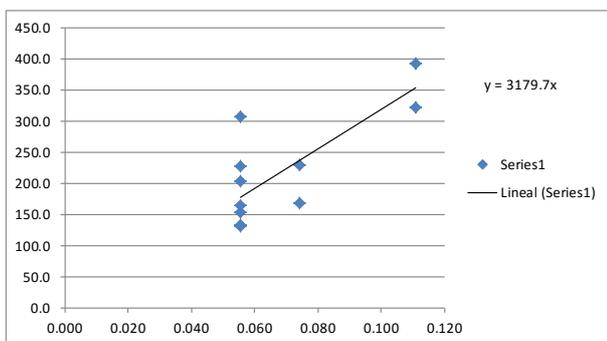
**EQUIPO: ANILLO DE REFRIGERACION**

**ANALISIS DE DATOS HISTORICOS:** HORAS HOMBRE VS. PESOS

CONTROL TOTAL POR O.T.						
Nº	DESCRIPCION	OT - CAP	CANT.	HH PP.	Peso TM	HH REAL
1	ANILLO DE REFRIGERACIÓN	017-09	3	157.8	0.056	130.5
2	ANILLO DE REFRIGERACIÓN	019-09	3	157.8	0.056	153.5
3	ANILLO DE REFRIGERACIÓN	021-09	3	157.8	0.056	131.9
4	ANILLO DE REFRIGERACIÓN	282-10	3	157.8	0.056	203.6
5	ANILLO DE REFRIGERACIÓN	291-10	4	210.4	0.074	168.5
6	ANILLO DE REFRIGERACIÓN	328(10)	6	300.0	0.111	321.6
7	ANILLO DE REFRIGERACIÓN	392-10	3	206.0	0.056	307.3
8	ANILLO DE REFRIGERACIÓN	483-11	6	300.0	0.111	391.6
9	ANILLO DE REFRIGERACIÓN	636	3	180	0.056	164.2
10	ANILLO DE REFRIGERACIÓN	644(2)	4	240	0.074	229.2
11	ANILLO DE REFRIGERACIÓN	684(1)	3	180	0.056	226.9
TOTALES			41	2247.7	0.759	2428.8

CONTROL UNITARIO		
HH PP.	HH REAL	%
52.6	43.5	82.7%
52.6	51.2	97.3%
52.6	44.0	83.6%
52.6	67.9	129.0%
52.6	42.1	80.1%
50.0	53.6	107.2%
68.7	102.4	149.2%
50.0	65.3	130.5%
60.0	54.7	91.2%
60.0	57.3	95.5%
60.0	75.6	126.0%

Peso Unitario (kg): 18.5



1er Análisis de Ratios	
EL RATIO DE FABRICACION ES	R = 3179.70 HH / TM
ENTONCES PARA FABRICAR 1 UND DE ESTE EQUIPO DE P (KG) =	18.5
SE REQUIEREN = R * P HH	59 Horas

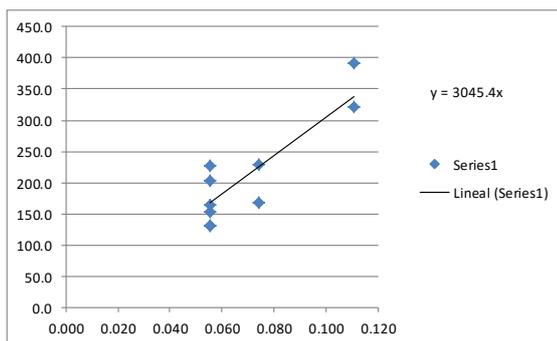
ANALISIS DE DATOS: Se analizan los datos y, por juicio de expertos, se discriminan DE LA TABLA ORIGINAL ELIMINAMOS EL DATO "7" POR ESTAR DISTORSIONADO

CONCLUSION: Nuevo Cuadro

CONTROL TOTAL POR O.T.						
Nº	DESCRIPCION	OT - CAP	CANT.	HH PP.	Peso TM	HH REAL
1	ANILLO DE REFRIGERACIÓN	017-09	3	157.8	0.056	130.5
2	ANILLO DE REFRIGERACIÓN	019-09	3	157.8	0.056	153.5
3	ANILLO DE REFRIGERACIÓN	021-09	3	157.8	0.056	131.9
4	ANILLO DE REFRIGERACIÓN	282-10	3	157.8	0.056	203.6
5	ANILLO DE REFRIGERACIÓN	291-10	4	210.4	0.074	168.5
6	ANILLO DE REFRIGERACIÓN	328(10)	6	300.0	0.111	321.6
8	ANILLO DE REFRIGERACIÓN	483-11	6	300.0	0.111	391.6
9	ANILLO DE REFRIGERACIÓN	636	3	180	0.056	164.2
10	ANILLO DE REFRIGERACIÓN	644(2)	4	240	0.074	229.2
11	ANILLO DE REFRIGERACIÓN	684(1)	3	180	0.056	226.9
TOTALES			38	2041.7	0.703	2121.5

CONTROL UNITARIO		
HH PP.	HH REAL	%
52.6	43.5	82.7%
52.6	51.2	97.3%
52.6	44.0	83.6%
52.6	67.9	129.0%
52.6	42.1	80.1%
50.0	53.6	107.2%
50.0	65.3	130.5%
60.0	54.7	91.2%
60.0	57.3	95.5%
60.0	75.6	126.0%

Peso Unitario (kg): 18.5



CONCLUSION: Ratio Actual	
EL RATIO DE FABRICACION ES	R = 3045.4 HH / TM
ENTONCES PARA FABRICAR 1 UND DE ESTE EQUIPO DE P (KG) =	18.5
SE REQUIEREN = R * P HH	56 Horas



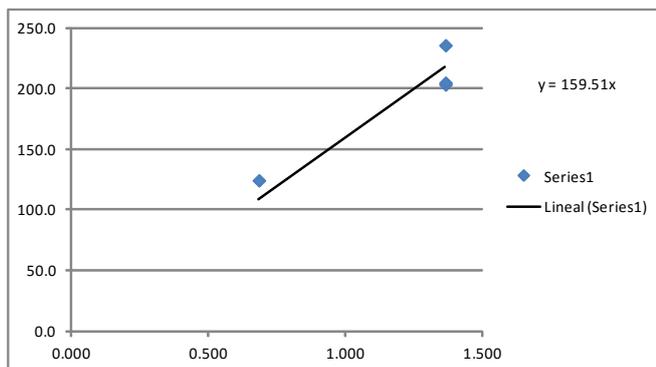
**EQUIPO:** BANQUETE POSTIZO

**ANALISIS DE DATOS HISTORICOS:** HORAS HOMBRE VS. PESOS

CONTROL TOTAL POR O.T.						
Nº	DESCRIPCION	OT - CAP	CANT.	HH PP.	Peso TM	HH REAL
1	BANQUETE POSTIZO	299-10	1	114.9	0.681	124.3
2	BANQUETE POSTIZO	314-10	2	229.8	1.361	203.2
3	BANQUETE POSTIZO	338-10	2	229.8	1.361	235.6
4	BANQUETE POSTIZO	352(5)	2	229.8	1.361	204.7
TOTALES			7	804.3	4.764	767.8

CONTROL UNITARIO		
HH PP.	HH REAL	%
114.9	124.3	108.2%
114.9	101.6	88.4%
114.9	117.8	102.5%
114.9	102.4	89.1%

Peso Unitario (kg): 680.6



**1er Análisis de Ratios = CONCLUSION**

EL RATIO DE FABRICACION ES

R = 159.51 HH / TM

ENTONCES PARA FABRICAR 1 UND

DE ESTE EQUIPO DE P (KG) = 680.6

SE REQUIEREN = R \* P HH

109 Horas

**ANALISIS DE DATOS:** Se analizan los datos y, se toman TODOS por no presentar una alta distorsión



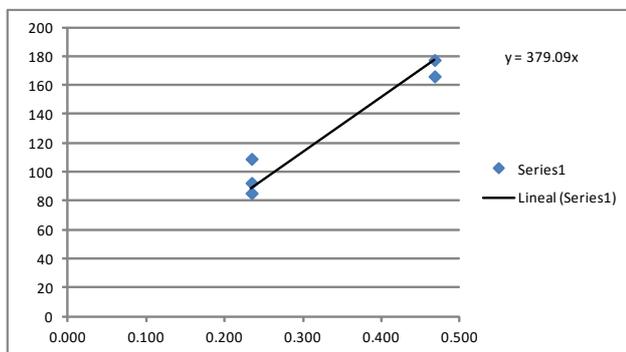
EQUIPO: **CHUTE SUPERIOR**

ANÁLISIS DE DATOS HISTÓRICOS: HORAS HOMBRE VS. PESOS

CONTROL TOTAL POR O.T.						
Nº	DESCRIPCION	OT - CAP	CANT.	HH PP.	Peso TM	HH REAL
1	CHUTE SUPERIOR	29710	2	99.34	0.467	177.4
2	CHUTE SUPERIOR	346-10	1	71.0	0.234	92.4
3	CHUTE SUPERIOR	352-10	1	71.0	0.234	85.3
4	CHUTE SUPERIOR	514-11	1	93	0.234	109
5	CHUTE SUPERIOR	595-11	2	190	0.467	166.1
TOTALES			7	524.3	1.635	630.2

CONTROL UNITARIO		
HH PP.	HH REAL	%
49.7	88.7	178.6%
71.0	92.4	130.1%
71.0	85.3	120.1%
93.0	109.0	117.2%
95.0	83.1	87.4%

Peso Unitario (kg): 233.5



**1er Análisis de Ratios = CONCLUSION**

EL RATIO DE FABRICACION ES

R = 379.09 HH / TM

ENTONCES PARA FABRICAR 1 UND DE ESTE EQUIPO DE P (KG) = 233.5

SE REQUIEREN = R \* P HH

89 Horas

ANÁLISIS DE DATOS: Se analizan los datos y, se toman TODOS por no presentar una alta distorsión



EQUIPO:

**COLECTOR CORONA**

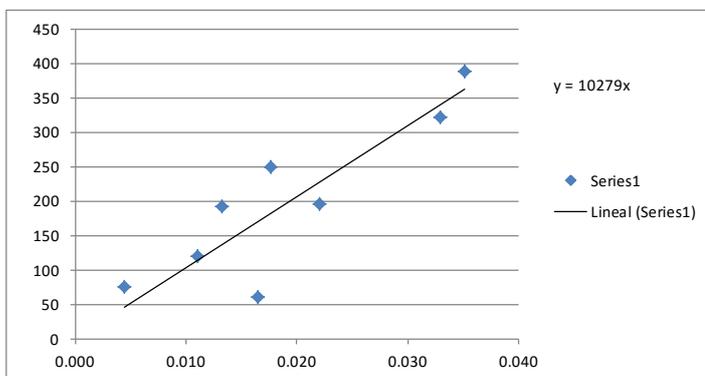
ANALISIS DE DATOS HISTORICOS:

HORAS HOMBRE VS. PESOS

CONTROL TOTAL POR O.T.						
Nº	DESCRIPCION	OT - CAP	CANT.	HH PP.	Peso TM	HH REAL
1	COLECTOR CORONA H	020-C-09	4	58.72	0.004	74.8
2	COLECTOR CORONA H, K, L,	279-C-10	16	234.1	0.018	249.5
3	COLECTOR CORONA H-K	287(26,39)-10	12	164.4	0.013	191.1
4	COLECTOR CORONA H, K, L,	294-10	32	468.2	0.035	387.1
5	COLECTOR CORONA K, L,	328(39,40)	15	220.2	0.017	61.0
6	COLECTOR CORONA H	404-10	10	153.0	0.011	119.7
7	COLECTOR CORONA H,K;M	435-11	30	457.0	0.033	321.7
8	COLECTOR CORONA H,L	479(2)-11	20	306.0	0.022	196.0
TOTALES			139	2061.6	0.153	1600.9

CONTROL UNITARIO		
HH PP.	HH REAL	%
14.7	18.7	127.4%
14.6	15.6	106.6%
13.7	15.9	116.2%
14.6	12.1	82.7%
14.7	4.1	27.7%
15.3	12.0	78.2%
15.2	10.7	70.4%
15.3	9.8	64.1%

Peso Unitario (kg): 1.1



**1er Análisis de Ratios**

EL RATIO DE FABRICACION ES  
 $R = 10279.00 \text{ HH / TM}$

ENTONCES PARA FABRICAR 1 UND  
 DE ESTE EQUIPO DE P (KG) = 1.1  
 SE REQUIEREN =  $R * P \text{ HH}$   
 11 Horas

ANALISIS DE DATOS:

Se analizan los datos y, por juicio de expertos, se discriminan DE LA TABLA ORIGINAL ELIMINAMOS EL DATO "5" POR ESTAR DISTORSIONADO

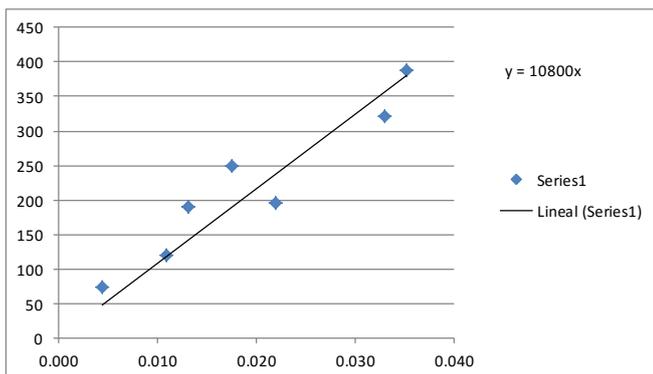
CONCLUSION:

Nuevo Cuadro

CONTROL TOTAL POR O.T.						
Nº	DESCRIPCION	OT - CAP	CANT.	HH PP.	Peso TM	HH REAL
1	COLECTOR CORONA H	020-C-09	4	58.72	0.004	74.8
2	COLECTOR CORONA H, K, L,	279-C-10	16	234.1	0.018	249.5
3	COLECTOR CORONA H-K	287(26,39)-10	12	164.4	0.013	191.1
4	COLECTOR CORONA H, K, L,	294-10	32	468.2	0.035	387.1
6	COLECTOR CORONA H	404-10	10	153.0	0.011	119.7
7	COLECTOR CORONA H,K;M	435-11	30	457.0	0.033	321.7
8	COLECTOR CORONA H,L	479(2)-11	20	306.0	0.022	196.0
TOTALES			124	1841.4	0.136	1539.9

CONTROL UNITARIO		
HH PP.	HH REAL	%
14.7	18.7	127.4%
14.6	15.6	106.6%
13.7	15.9	116.2%
14.6	12.1	82.7%
15.3	12.0	78.2%
15.2	10.7	70.4%
15.3	9.8	64.1%

Peso Unitario (kg): 1.1



**CONCLUSION: Ratio Actual**

EL RATIO DE FABRICACION ES  
 $R = 10800.0 \text{ HH / TM}$

ENTONCES PARA FABRICAR 1 UND  
 DE ESTE EQUIPO DE P (KG) = 1.1  
 SE REQUIEREN =  $R * P \text{ HH}$   
 12 Horas



**EQUIPO:**

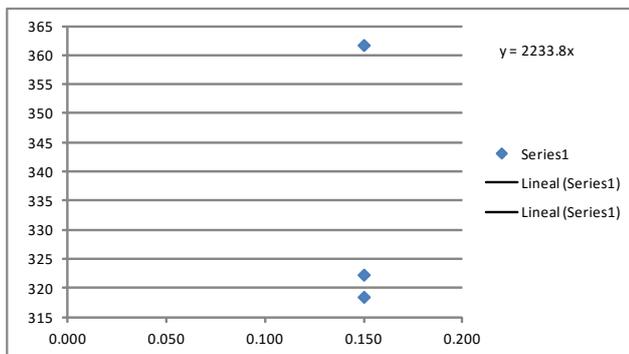
**CUADRANTE DE REFRIGERACION**

**ANALISIS DE DATOS HISTORICOS:** HORAS HOMBRE VS. PESOS

CONTROL TOTAL POR O.T.						
Nº	DESCRIPCION	OT - CAP	CANT.	HH PP.	Peso TM	HH REAL
1	CUADRANTE DE REFRIGERAC	272-09	4	352	0.150	361.75
2	CUADRANTE DE REFRIGERAC	330-10	4	359.6	0.150	318.5
3	CUADRANTE DE REFRIGERAC	563-11	4	320.0	0.150	322.3
TOTALES			12	1031.6	0.449	1002.6

CONTROL UNITARIO		
HH PP.	HH REAL	%
88.0	90.4	102.8%
89.9	79.6	88.6%
80.0	80.6	100.7%

**Peso Unitario (kg):** 37.4



1er Análisis de Ratios	
EL RATIO DE FABRICACION ES	
R =	2233.80 HH / TM
ENTONCES PARA FABRICAR 1 UND DE ESTE EQUIPO DE P (KG) = 37.4	
SE REQUIEREN = R * P HH	
84 Horas	

**ANALISIS DE DATOS:** Se analizan los datos y, el resultado coincide con el PROMEDIO por tener cantidades iguales de fabricación



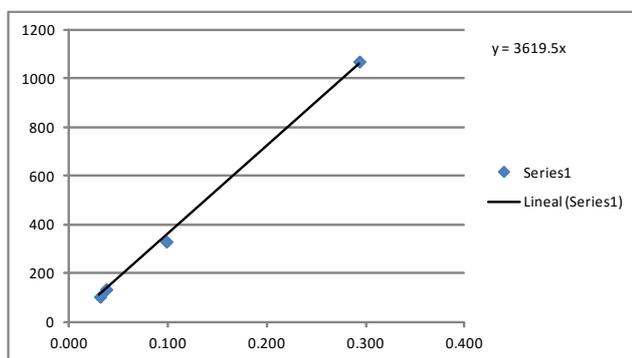
EQUIPO: **MANIFOLD**

ANALISIS DE DATOS HISTORICOS: HORAS HOMBRE VS. PESOS

CONTROL TOTAL POR O.T.						
Nº	DESCRIPCION	OT - CAP	CANT.	HH PP.	Peso TM	HH REAL
1	MANIFOLDS	252-09	48	1752	0.293	1068.3
2	MANIFOLD	87(50-53)-1	6	166.5	0.037	133.5
3	MANIFOLD	298(51)-10	5	134.3	0.031	103.4
4	MANIFOLD	313-10	16	429.6	0.098	329.5
TOTALES			75	2482.4	0.458	1634.7

CONTROL UNITARIO		
HH PP.	HH REAL	%
36.5	22.3	61.0%
27.8	22.3	80.2%
26.9	20.7	77.0%
26.9	20.6	76.7%

Peso Unitario (kg): 6.1



**1er Análisis de Ratios = CONCLUSION**

EL RATIO DE FABRICACION ES  
 $R = 3619.5 \text{ HH / TM}$

ENTONCES PARA FABRICAR 1 UND  
 DE ESTE EQUIPO DE P (KG) = 6.1  
 SE REQUIEREN =  $R * P \text{ HH}$   
 22 Horas

ANALISIS DE DATOS: Se analizan los datos y, se toman TODOS por no presentar una alta distorsión

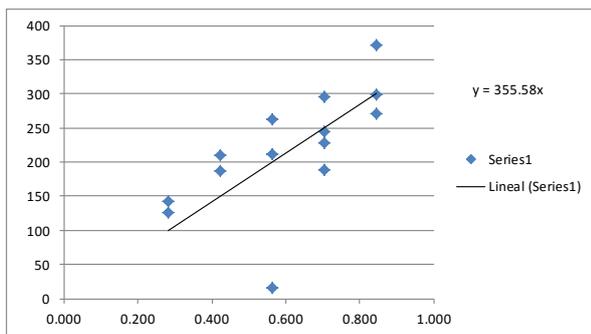


**EQUIPO: FUNDA SOPORTE DE LANZA**

**ANÁLISIS DE DATOS HISTÓRICOS: HORAS HOMBRE VS. PESOS**

CONTROL TOTAL POR O.T.							CONTROL UNITARIO		
Nº	DESCRIPCION	OT - CAP	CANT.	HH PP.	Peso TM	HH REAL	HH PP.	HH REAL	%
1	FUNDA SOPORTE DE LANZA	012-A-09	4	139.6	0.282	125.7	34.9	31.4	90.0%
2	FUNDA SOPORTE DE LANZA	014-09	12	419.2	0.845	371.6	34.9	31.0	88.7%
3	FUNDA LANZA	018-09	4	139.6	0.282	142.7	34.9	35.7	102.2%
4	FUNDA LANZA	020-A-09	6	209.58	0.422	209.4	34.9	34.9	99.9%
5	FUNDA SOPORTE LANZA	277-10	12	419.16	0.845	298.3	34.9	24.9	71.2%
6	FUNDA SOPORTE LANZA	303(15)-10	10	349.3	0.704	188.1	34.9	18.8	53.9%
7	FUNDA SOPORTE LANZA	334-10	8	279.44	0.563	211.8	34.9	26.5	75.8%
8	FUNDA SOPORTE LANZA	346(15)	10	304	0.704	245.3	30.4	24.5	80.7%
9	FUNDA SOPORTE LANZA	352(15)	12	364.8	0.845	271.3	30.4	22.6	74.4%
10	FUNDA SOPORTE LANZA	384-10	8	243.2	0.563	16.5	30.4	2.1	6.8%
11	FUNDA SOPORTE LANZA	426-11	10	304	0.704	228.2	30.4	22.8	75.1%
12	FUNDA SOPORTE LANZA	464-11	10	304	0.704	295.4	30.4	29.5	97.2%
13	FUNDA SOPORTE LANZA	479(1)-11	6	182.4	0.422	186.8	30.4	31.1	102.4%
14	FUNDA SOPORTE LANZA	513(1)-11	8	243.2	0.563	261.9	30.4	32.7	107.7%
TOTALES			120	3901.4	8.448	3053.0			

Peso Unitario (kg): 70.4

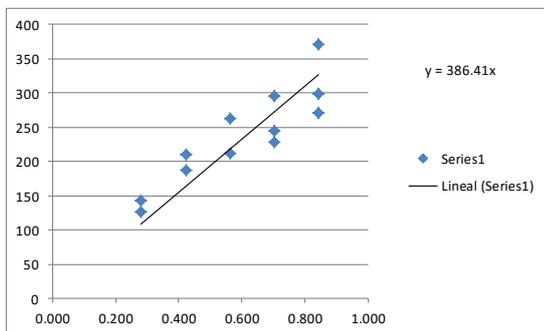


1er Análisis de Ratios	
EL RATIO DE FABRICACION ES	R = 355.58 HH / TM
ENTONCES PARA FABRICAR 1 UND DE ESTE EQUIPO DE P (KG) =	70.4
SE REQUIEREN = R * P HH	25 Horas

ANÁLISIS DE DATOS: Se analizan los datos y, por juicio de expertos, se discriminan DE LA TABLA ORIGINAL ELIMINAMOS LOS DATOS "6" Y "10" POR ESTAR DISTORSIONADO  
**CONCLUSION:** Nuevo Cuadro

CONTROL TOTAL POR O.T.							CONTROL UNITARIO		
Nº	DESCRIPCION	OT - CAP	CANT.	HH PP.	Peso TM	HH REAL	HH PP.	HH REAL	%
1	FUNDA SOPORTE DE LANZA	012-A-09	4	139.6	0.282	125.7	34.9	31.4	90.0%
2	FUNDA SOPORTE DE LANZA	014-09	12	419.2	0.845	371.6	34.9	31.0	88.7%
3	FUNDA LANZA	018-09	4	139.6	0.282	142.7	34.9	35.7	102.2%
4	FUNDA LANZA	020-A-09	6	209.58	0.422	209.4	34.9	34.9	99.9%
5	FUNDA SOPORTE LANZA	277-10	12	419.16	0.845	298.3	34.9	24.9	71.2%
6	FUNDA SOPORTE LANZA	334-10	8	279.44	0.563	211.8	34.9	26.5	75.8%
7	FUNDA SOPORTE LANZA	346(15)	10	304	0.704	245.3	30.4	24.5	80.7%
8	FUNDA SOPORTE LANZA	352(15)	12	364.8	0.845	271.3	30.4	22.6	74.4%
9	FUNDA SOPORTE LANZA	426-11	10	304	0.704	228.2	30.4	22.8	75.1%
10	FUNDA SOPORTE LANZA	464-11	10	304	0.704	295.4	30.4	29.5	97.2%
11	FUNDA SOPORTE LANZA	479(1)-11	6	182.4	0.422	186.8	30.4	31.1	102.4%
12	FUNDA SOPORTE LANZA	513(1)-11	8	243.2	0.563	261.9	30.4	32.7	107.7%
TOTALES			102	3308.9	7.181	2848.4			

Peso Unitario (kg): 70.4



CONCLUSION: Ratio Actual	
EL RATIO DE FABRICACION ES	R = 386.4 HH / TM
ENTONCES PARA FABRICAR 1 UND DE ESTE EQUIPO DE P (KG) =	70.4
SE REQUIEREN = R * P HH	27 Horas



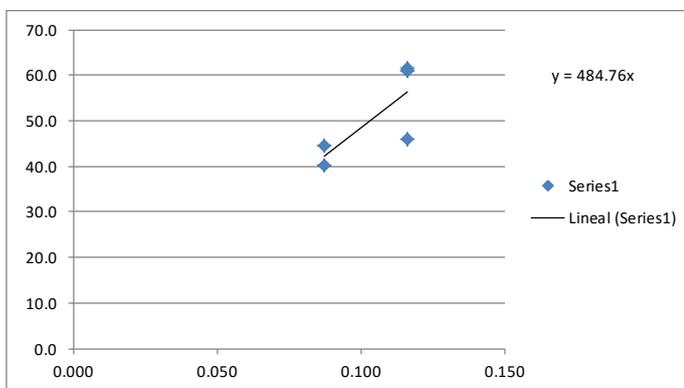
EQUIPO: **LANZA DE PULVERIZACION - TORRE DE ENFRIAMIENTO**

ANALISIS DE DATOS HISTORICOS: HORAS HOMBRE VS. PESOS

CONTROL TOTAL POR O.T.						
Nº	DESCRIPCION	OT - CAP	CANT.	HH PP.	Peso TM	HH REAL
1	LANZA DE PULVERIZACION -	015-A-09	3	169.1	0.087	40.2
2	LANZA DE PULVERIZACION -	015-B-09	3	169.1	0.087	44.5
3	LANZA DE ENFRIAMIENTO	995-09	4	225.44	0.116	61.5
4	LANZA PULVERIZACIÓN -TO	296-10	4	225.44	0.116	46.0
5	LANZA PULVERIZACIÓN -TO	328(38)	4	72	0.116	61.0
TOTALES			18	861.0	0.522	253.1

CONTROL UNITARIO		
HH PP.	HH REAL	%
56.4	13.4	23.7%
56.4	14.8	26.3%
56.4	15.4	27.3%
56.4	11.5	20.4%
18.0	15.3	84.7%

Peso Unitario (kg): 29.0



**1er Análisis de Ratios**

EL RATIO DE FABRICACION ES  
 $R = 484.70 \text{ HH / TM}$

ENTONCES PARA FABRICAR 1 UND  
 DE ESTE EQUIPO DE P (KG) = 29  
 SE REQUIEREN =  $R * P \text{ HH}$   
 14 Horas

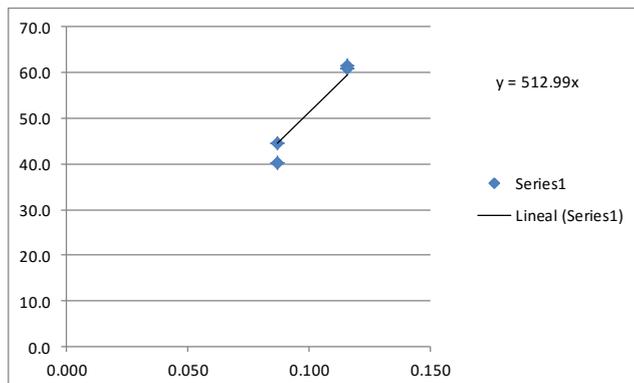
ANALISIS DE DATOS: Se analizan los datos y, por juicio de expertos, se discriminan DE LA TABLA ORIGINAL ELIMINAMOS EL DATO "4" POR ESTAR DISTORSIONADO

CONCLUSION: Nuevo Cuadro

CONTROL TOTAL POR O.T.						
Nº	DESCRIPCION	OT - CAP	CANT.	HH PP.	Peso TM	HH REAL
1	LANZA DE PULVERIZACION -	015-A-09	3	169.1	0.087	40.2
2	LANZA DE PULVERIZACION -	015-B-09	3	169.1	0.087	44.5
3	LANZA DE ENFRIAMIENTO	995-09	4	225.44	0.116	61.5
4	LANZA PULVERIZACIÓN -TO	328(38)	4	72	0.116	61.0
TOTALES			14	635.6	0.406	207.1

CONTROL UNITARIO		
HH PP.	HH REAL	%
56.4	13.4	23.7%
56.4	14.8	26.3%
56.4	15.4	27.3%
18.0	15.3	84.7%

Peso Unitario (kg): 29.0



**CONCLUSION: Ratio Actual**

EL RATIO DE FABRICACION ES  
 $R = 513.0 \text{ HH / TM}$

ENTONCES PARA FABRICAR 1 UND  
 DE ESTE EQUIPO DE P (KG) = 29  
 SE REQUIEREN =  $R * P \text{ HH}$   
 15 Horas



EQUIPO:

**PANEL COOLING BLOCK**

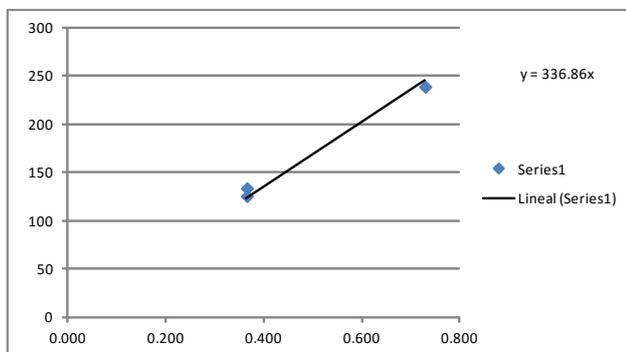
ANALISIS DE DATOS HISTORICOS:

HORAS HOMBRE VS. PESOS

CONTROL TOTAL POR O.T.						
Nº	DESCRIPCION	OT - CAP	CANT.	HH PP.	Peso TM	HH REAL
1	PANEL COOLING BLOCK	012-B-09	2	177.4	0.364	133.45
2	PANEL COOLING BLOCK	020-B-09	4	354.8	0.728	238.5
3	PANEL COOLING BLOCK	279-B-10	2	177.4	0.364	125.3
TOTALES			8	709.7	1.456	497.2

CONTROL UNITARIO		
HH PP.	HH REAL	%
88.7	66.7	75.2%
88.7	59.6	67.2%
88.7	62.6	70.6%

Peso Unitario (kg): 182.0



**1er Análisis de Ratios = CONCLUSION**

EL RATIO DE FABRICACION ES

R = 336.9 HH / TM

ENTONCES PARA FABRICAR 1 UND  
DE ESTE EQUIPO DE P (KG) = 182

SE REQUIEREN = R \* P HH  
61. Horas

ANALISIS DE DATOS:

Se analizan los datos y, se toman TODOS por no presentar una alta distorsión



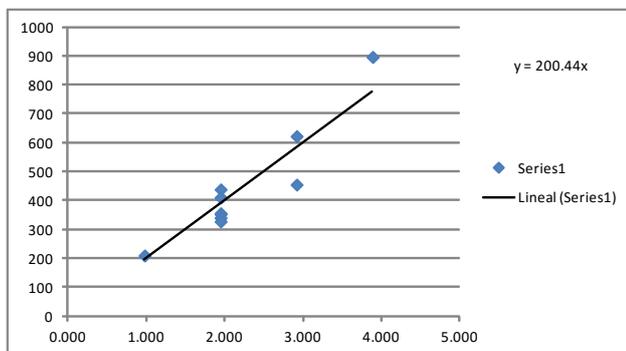
EQUIPO: **TOLVA ELIPTICA REFRIGERADA**

ANALISIS DE DATOS HISTORICOS: HORAS HOMBRE VS. PESOS

CONTROL TOTAL POR O.T.						
Nº	DESCRIPCION	OT - CAP	CANT.	HH PP.	Peso TM	HH REAL
1	TOLVA ELIPTICA REFRIGERADA	011-09	3	558.39	2.910	454.55
2	TOLVA ELIPTICA REFRIGERADA	016-09	4	744.5	3.880	896.1
3	TOLVA ELIPTICA REFRIGERADA	285-10	2	405.2	1.940	352.5
4	TOLVA ELIPTICA REFRIGERADA	290/318-10	2	405.2	1.940	438.1
5	TOLVA ELIPTICA REFRIGERADA	335-10	2	368	1.940	355.5
6	TOLVA ELIPTICA REFRIGERADA	369-10	2	368	1.940	410.2
7	TOLVA ELIPTICA REFRIGERADA	423-11	1	184	0.970	209.4
8	TOLVA ELIPTICA REFRIGERADA	454-11	2	368	1.940	339.8
9	TOLVA ELIPTICA REFRIGERADA	489-11	2	368	1.940	327.2
10	TOLVA ELIPTICA REFRIGERADA	559-11	3	552	2.910	622.1
TOTALES			23	4321.3	22.308	4405.4

CONTROL UNITARIO		
HH PP.	HH REAL	%
186.1	151.5	81.4%
186.1	224.0	120.4%
202.6	176.3	87.0%
202.6	219.1	108.1%
184.0	177.8	96.6%
184.0	205.1	111.5%
184.0	209.4	113.8%
184.0	169.9	92.3%
184.0	163.6	88.9%
184.0	207.4	112.7%

Peso Unitario (kg): 969.9



**1er Análisis de Ratios = CONCLUSION**

EL RATIO DE FABRICACION ES  
 $R = 200.4 \text{ HH / TM}$

**ENTONCES PARA FABRICAR 1 UND**  
 DE ESTE EQUIPO DE P (KG) = 969.9  
 SE REQUIEREN =  $R * P \text{ HH}$   
**194 Horas**

ANALISIS DE DATOS: Se analizan los datos y, se toman TODOS por no presentar una alta distorsión



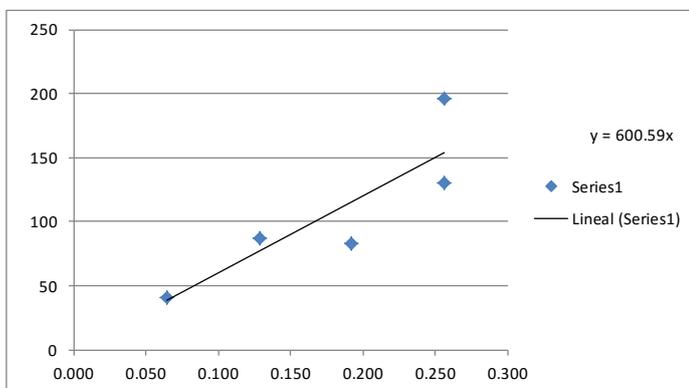
EQUIPO: **PANEL LANZA EBT**

ANALISIS DE DATOS HISTORICOS: HORAS HOMBRE VS. PESOS

CONTROL TOTAL POR O.T.						
Nº	DESCRIPCION	OT - CAP	CANT.	HH PP.	Peso TM	HH REAL
1	PANEL LANZA EBT	022-09	2	60.34	0.128	86.9
2	PANEL LANZA EBT	298-10	3	94.6	0.192	83.3
3	PANEL LANZA EBT	303-10	4	126.1	0.256	130.5
4	PANEL LANZA EBT	416-11	1	33.3	0.064	40.8
5	PANEL LANZA EBT	569-11	4	133.2	0.256	196.1
TOTALES			14	447.5	0.897	537.6

CONTROL UNITARIO		
HH PP.	HH REAL	%
30.2	43.5	144.0%
31.5	27.8	88.1%
31.5	32.6	103.5%
33.3	40.8	122.5%
33.3	49.0	147.2%

Peso Unitario (kg): 64.1



**1er Análisis de Ratios**

EL RATIO DE FABRICACION ES  
 $R = 484.70 \text{ HH / TM}$

ENTONCES PARA FABRICAR 1 UND  
 DE ESTE EQUIPO DE P (KG) = 64.1  
 SE REQUIEREN =  $R * P \text{ HH}$   
**31 Horas**

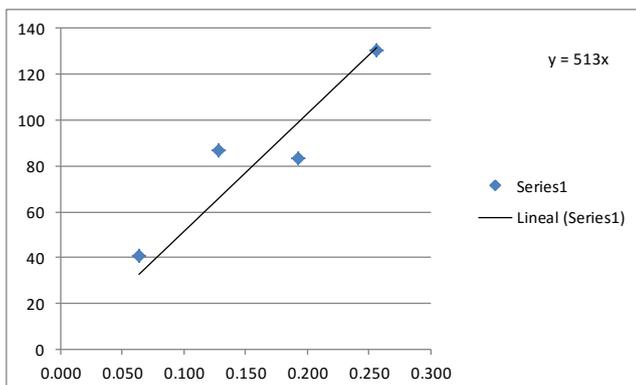
ANALISIS DE DATOS: Se analizan los datos y, por juicio de expertos, se discriminan DE LA TABLA ORIGINAL ELIMINAMOS EL DATO "5" POR ESTAR DISTORSIONADO

CONCLUSION: Nuevo Cuadro

CONTROL TOTAL POR O.T.						
Nº	DESCRIPCION	OT - CAP	CANT.	HH PP.	Peso TM	HH REAL
1	PANEL LANZA EBT	022-09	2	60.34	0.128	86.9
2	PANEL LANZA EBT	298-10	3	94.6	0.192	83.3
3	PANEL LANZA EBT	303-10	4	126.1	0.256	130.5
4	PANEL LANZA EBT	416-11	1	33.3	0.064	40.8
TOTALES			10	314.3	0.641	341.5

CONTROL UNITARIO		
HH PP.	HH REAL	%
30.2	43.5	144.0%
31.5	27.8	88.1%
31.5	32.6	103.5%
33.3	40.8	122.5%

Peso Unitario (kg): 64.1



**CONCLUSION: Ratio Actual**

EL RATIO DE FABRICACION ES  
 $R = 513.0 \text{ HH / TM}$

ENTONCES PARA FABRICAR 1 UND  
 DE ESTE EQUIPO DE P (KG) = 64.1  
 SE REQUIEREN =  $R * P \text{ HH}$   
**33 Horas**

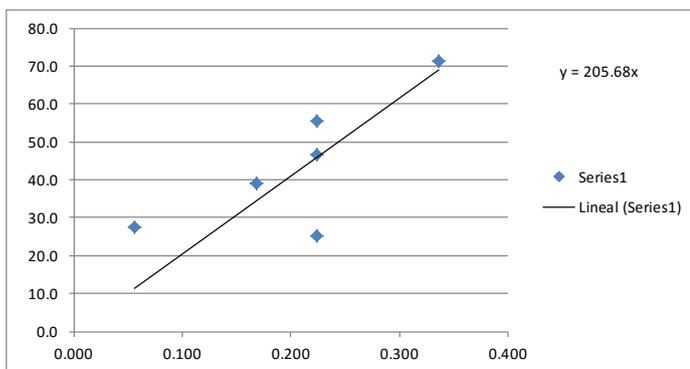


EQUIPO: **PLACA EBT**

ANÁLISIS DE DATOS HISTÓRICOS: HORAS HOMBRE VS. PESOS

CONTROL TOTAL POR O.T.							CONTROL UNITARIO		
Nº	DESCRIPCIÓN	OT - CAP	CANT.	HH PP.	Peso TM	HH REAL	HH PP.	HH REAL	%
1	PLACA EBT	012-C-09	1	15.4	0.056	27.4	15.4	27.4	177.5%
2	PLACA EBT	013-A-09	4	61.8	0.224	55.6	15.4	13.9	89.9%
3	PLACA EBT - CUBA HORNO E	279-A-10	4	61.8	0.224	46.7	15.4	11.7	75.6%
4	PLACA EBT - CUBA HORNO E	279-E-10	6	92.6	0.336	71.3	15.4	11.9	76.9%
5	PLACA EBT - CUBA HORNO E	303(46)-10	4	61.8	0.224	25.3	15.4	6.3	41.0%
6	PLACA EBT	416(2)	3	41.7	0.168	39.2	13.9	13.1	94.0%
TOTALES			22	335.1	1.232	265.4			

Peso Unitario (kg): 56



**1er Análisis de Ratios**

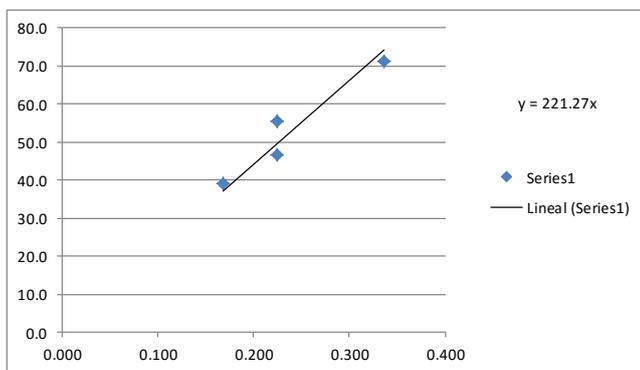
EL RATIO DE FABRICACION ES  
 $R = 205.68 \text{ HH / TM}$

ENTONCES PARA FABRICAR 1 UND  
 DE ESTE EQUIPO DE P (KG) = 56  
 SE REQUIEREN =  $R * P \text{ HH}$   
 11.5 Horas

ANÁLISIS DE DATOS: Se analizan los datos y, por juicio de expertos, se discriminan DE LA TABLA ORIGINAL ELIMINAMOS LOS DATOS "1" Y "5" POR ESTAR DISTORSIONADOS  
**CONCLUSION:** Nuevo Cuadro

CONTROL TOTAL POR O.T.							CONTROL UNITARIO		
Nº	DESCRIPCIÓN	OT - CAP	CANT.	HH PP.	Peso TM	HH REAL	HH PP.	HH REAL	%
2	PLACA EBT	013-A-09	4	61.8	0.224	55.6	15.4	13.9	89.9%
3	PLACA EBT - CUBA HORNO E	279-A-10	4	61.8	0.224	46.7	15.4	11.7	75.6%
4	PLACA EBT - CUBA HORNO E	279-E-10	6	92.6	0.336	71.3	15.4	11.9	76.9%
6	PLACA EBT	416(2)	3	41.7	0.168	39.2	13.9	13.1	94.0%
TOTALES			17	257.9	0.952	212.7			

Peso Unitario (kg): 56



**CONCLUSION: Ratio Actual**

EL RATIO DE FABRICACION ES  
 $R = 221.3 \text{ HH / TM}$

ENTONCES PARA FABRICAR 1 UND  
 DE ESTE EQUIPO DE P (KG) = 56  
 SE REQUIEREN =  $R * P \text{ HH}$   
 12.4 Horas



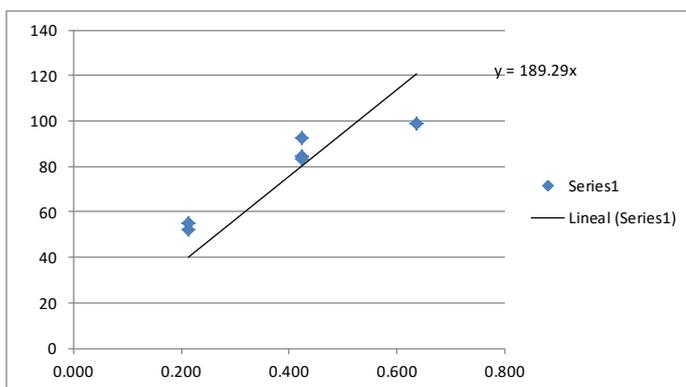
EQUIPO: **TUBO DE TOLVA**

ANALISIS DE DATOS HISTORICOS: HORAS HOMBRE VS. PESOS

CONTROL TOTAL POR O.T.						
Nº	DESCRIPCION	OT - CAP	CANT.	HH PP.	Peso TM	HH REAL
1	TUBO DE TOLVA	297(3)	2	62.72	0.425	84.4
2	TUBO DE TOLVA	330(1)	2	84.0	0.425	92.6
3	TUBO DE TOLVA	346-10	1	42.0	0.212	52.0
4	TUBO DE TOLVA	358-10	1	42	0.212	54.8
5	TUBO DE TOLVA	395-10	3	153	0.637	99.1
6	TUBO DE TOLVA	580-11	2	112	0.425	83.1
TOTALES			11	495.7	2.335	466.0

CONTROL UNITARIO		
HH PP.	HH REAL	%
31.4	42.2	134.6%
42.0	46.3	110.2%
42.0	52.0	123.8%
42.0	54.8	130.5%
51.0	33.0	64.8%
56.0	41.6	74.2%

Peso Unitario (kg): 212.3



**1er Análisis de Ratios**

EL RATIO DE FABRICACION ES  
 $R = 189.29 \text{ HH / TM}$

ENTONCES PARA FABRICAR 1 UND  
 DE ESTE EQUIPO DE P (KG) = 212.3  
 SE REQUIEREN =  $R * P \text{ HH}$   
 40 Horas

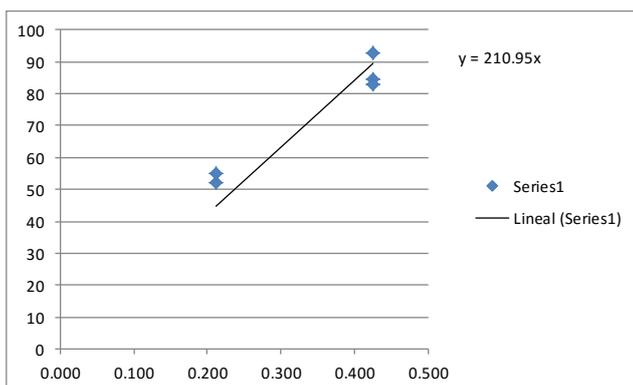
ANALISIS DE DATOS: Se analizan los datos y, por juicio de expertos, se discriminan DE LA TABLA ORIGINAL ELIMINAMOS EL DATO "5" POR ESTAR DISTORSIONADO

CONCLUSION: Nuevo Cuadro

CONTROL TOTAL POR O.T.						
Nº	DESCRIPCION	OT - CAP	CANT.	HH PP.	Peso TM	HH REAL
1	TUBO DE TOLVA	297(3)	2	62.72	0.425	84.4
2	TUBO DE TOLVA	330(1)	2	84.0	0.425	92.6
3	TUBO DE TOLVA	346-10	1	42.0	0.212	52.0
4	TUBO DE TOLVA	358-10	1	42	0.212	54.8
6	TUBO DE TOLVA	580-11	2	112	0.425	83.1
TOTALES			8	342.7	1.698	366.9

CONTROL UNITARIO		
HH PP.	HH REAL	%
31.4	42.2	134.6%
42.0	46.3	110.2%
42.0	52.0	123.8%
42.0	54.8	130.5%
56.0	41.6	74.2%

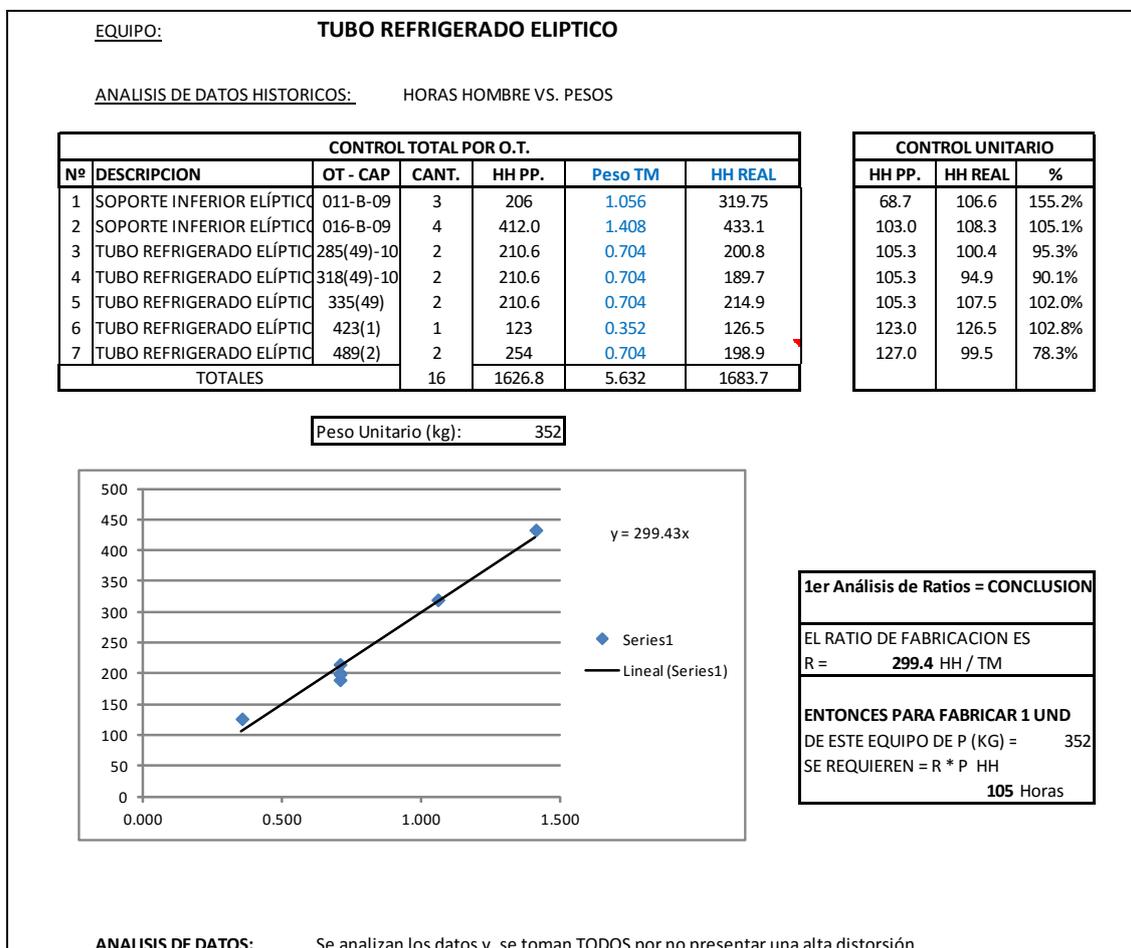
Peso Unitario (kg): 212.3



**CONCLUSION: Ratio Actual**

EL RATIO DE FABRICACION ES  
 $R = 211.0 \text{ HH / TM}$

ENTONCES PARA FABRICAR 1 UND  
 DE ESTE EQUIPO DE P (KG) = 212.3  
 SE REQUIEREN =  $R * P \text{ HH}$   
 45 Horas



Fuente: elaboración propia

Como se puede apreciar en la Tabla No. 08, la variabilidad de los tiempos de fabricación de productos estándares, en algunos casos, está cercana o supera el 50%, lo cual incide directamente en el costo de los productos elaborados, y por ende, en el margen de ganancia de la empresa.



Tabla No. 8  
Variabilidad de HH/Producto Estándar

EQUIPO	Ratio HH / TM (hh / 1000 kg) Análisis Actual	Peso Unitario (kg)	HH / unidad (Análisis Actual)	Rango Variación HH	HH Variación	% Variación f(hh/unida d)
ANILLO DE REFRIGERACION	3045.4	18.5	56.0	75.6 42.1	33.5	59.82%
BANQUETE POSTIZO	159.5	680.6	681.0	124.3 101.6	22.7	3.33%
COLECTOR CORONA	10800.0	1.1	12.0	18.7 9.8	8.9	74.17%
CHUTE SUPERIOR	379.1	233.5	89.0	109.0 83.1	25.9	29.10%
CUADRANTE DE REFRIGERACION	2233.8	37.4	84.0	90.4 80.6	9.8	11.67%
FUNDA SOPORTE DE LANZA	386.4	70.4	27.0	35.7 22.6	13.1	48.52%
LANZA DE PULVERIZACION	513.0	29.0	15.0	15.4 13.4	2.0	13.33%
MANIFOLD	3619.5	6.1	22.0	22.3 20.6	1.7	7.73%
PANEL COOLING BLOCK	336.9	182.0	61.0	66.7 59.6	7.1	11.64%
PANEL LANZA EBT	513.0	64.1	32.9	43.5 27.8	5.7	17.33%
PLACA EBT	221.3	56.0	12.4	13.9 11.7	2.2	17.74%
TOLVA ELIPTICA REFRIGERADA	200.4	969.9	194.0	219.1 151.5	67.6	34.85%
TUBO REFRIGERADO ELIPTICO	299.4	352.0	105.0	126.5 94.9	31.6	30.10%
TUBO DE TOLVA	211.0	212.3	45.0	54.8 41.6	13.2	29.33%

Fuente: elaboración propia

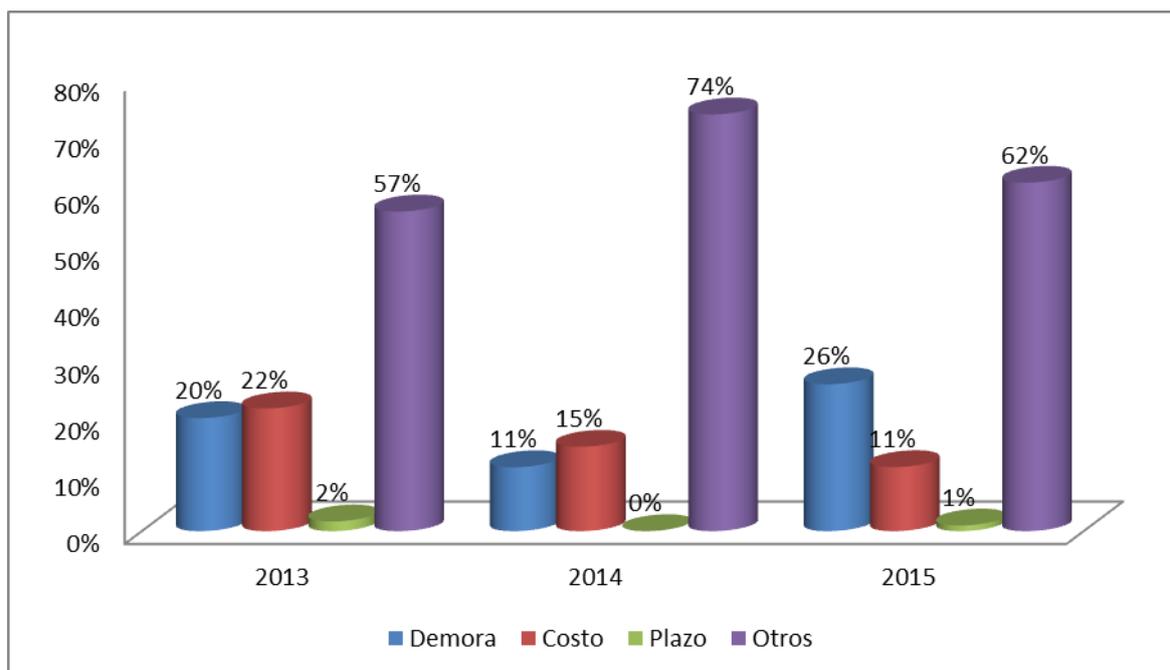
Asimismo, la empresa pierde oportunidades de negocio anualmente debido a los altos costos de producción, en términos de horas hombres, así como a la demora en la respuesta al cliente para enviar las cotizaciones.

En la Figura No. 16 se presenta la relación de oportunidades de trabajo que no se concretaron en los años 2013 al 2015, clasificadas en base a las razones que generaron la pérdida.



Figura No. 16

Relación de Oportunidades de Trabajo no Concretadas



Fuente: elaboración propia

**Demora:** se refiere al tiempo de respuesta entre la solicitud de la cotización y el envío de la misma, la cual fluctúa entre los 5 y 30 días calendario. Todas las cotizaciones enviadas en menos de 5 días calendario no son consideradas demora.

**Costo:** se refiere a las oportunidades de negocio perdidas debido a que los precios indicados en la cotización no fueron competitivos y se adjudicó a otro proveedor.

**Plazo:** se refiere a las oportunidades de negocio perdidas debido a que el tiempo de fabricación propuesto superaba lo esperado por el cliente.

**Otros:** el último rubro abarca diferentes razones, en su mayoría son los casos en los que los proveedores no indican la razón para desestimar la compra.



## b) Problema y cuantificación

Previamente, hemos presentado una serie de hechos que suceden en la empresa que no le permiten cumplir con sus objetivos estratégicos. Estos hechos o consecuencias, se generan en gran parte dado que la empresa no cuenta con procesos de fabricación estandarizados, lo cual genera desorden.

### Cuantificación del Problema

Los costos de fabricación están formados por varias componentes: el costo de los materiales, los gastos generales de la empresa y los costos de producción (Ver Tabla No. 09). Dentro de los costos de producción, las horas hombre se llevan casi el 40% de este rubro, el otro 60% corresponden a los materiales y servicios anexos. He ahí la importancia y relevancia para la compañía. La mano de obra influye de manera directa en el costo final de los equipos y por ende en la rentabilidad y competitividad de la empresa.

Tabla No. 09

Estructura de costos de fabricación

Item	Fabricación 1000 kg	Costos Unitarios \$/kg	% del Costo Directo
1	Materias Prima (planchas, perfiles)	0,50	24%
2	Soldadura	0,13	6%
3	Ensayos NDT	0,10	5%
4	Consumibles Directos	0,04	2%
5	Pintura	0,37	18%
6	Mano de Obra	0,80	39%
7	Otros costos	0,12	6%
	Costo Directo	2,06	100%

Fuente: elaboración propia

Actualmente, la empresa no cuenta con ratios establecidos, ni tiempos estándares de fabricación, por tanto, no se puede definir con certeza, al inicio de las operaciones, el costo de fabricación en el que se va a incurrir, lo cual dificulta la elaboración de



cotizaciones. Sólo se tiene un presupuesto base, como meta a no rebasar, elaborado a través de estimados.

El no tener un pronóstico de costos hace que la empresa no pueda tomar acciones de carácter predictivo en el desarrollo de sus operaciones de proceso. Por ende, todas las acciones que tome serán de carácter correctivo y serán ejecutadas en pleno desarrollo de la fase de fabricación.

Para evitar contratiempos de carácter económico la empresa, en la fase de presupuesto, prevé un costo de contingencia, que se traduce en aplicar un factor de seguridad a su coste inicial, lo cual eleva los precios de mercado y hace que la empresa sea poco competitiva.

Si bien es cierto, el factor de seguridad aplicado al costo inicial, es una regla que aplican casi todas las compañías de producción y manufactura, el hecho de no manejar rangos tan amplios en términos de horas hombre, no permite a la empresa ofrecer mejores precios al mercado.

Los costos de la empresa, relacionados con la mano de obra se expresan en tasas de valor monetario en razón a las horas hombre empleadas en la fabricación de equipos:

$$\text{Tasa Horaria} = \text{valor monetario} / \text{hora hombre}$$

Para el análisis de costos las tasas horarias de la compañía han sido presentadas como tasa promedio, con esto se puede apreciar el costo de la mano de obra relacionada a los equipos.

En la Tabla No. 10 se presenta el costo de la mano de obra, con el fin de cuantificar, en términos económicos, el impacto de la variabilidad en las horas-hombre para la fabricación de equipos estándar, para la empresa Tama.

Si bien el análisis realizado refleja un monto total de USD65,680.00 que la empresa deja de ganar, el cual representa sólo el 2% de los ingresos por ventas anuales, se debe tener en cuenta que este monto corresponde a una muestra del 8% del total de los equipos estándares que fabrica la empresa.



Tabla No. 10  
Costos de hora/hombre por producto frecuente

EQUIPO	HH cotizada	Variación (rango mayor)	Diferencia	\$/ HH	Req. anual	Diferencia \$/HH
ANILLO DE REFRIGERACION	56,00	75,60	19,60	10,0	36	\$7.056,00
BANQUETE POSTIZO	109,00	124,30	15,30	10,0	42	\$6.426,00
COLECTOR CORONA	12,00	18,70	6,70	10,0	64	\$4.288,00
CHUTE SUPERIOR	89,00	109,00	20,00	10,0	23	\$4.600,00
CUADRANTE DE REFRIGERACION	84,00	90,40	6,40	10,0	48	\$3.072,00
FUNDA SOPORTE DE LANZA	27,00	35,70	8,70	10,0	64	\$5.568,00
LANZA DE PULVERIZACION	15,00	15,40	0,40	10,0	240	\$960,00
MANIFOLD	22,00	22,30	0,30	10,0	164	\$492,00
PANEL COOLING BLOCK	61,00	66,70	5,70	10,0	84	\$4.788,00
PANEL LANZA EBT	32,90	43,50	10,60	10,0	96	\$10.176,00
PLACA EBT	12,40	13,90	1,50	10,0	88	\$1.320,00
TOLVA ELIPTICA REFRIGERADA	194,00	219,10	25,10	10,0	26	\$6.526,00
TUBO REFRIGERADO ELIPTICO	105,00	126,50	21,50	10,0	32	\$6.880,00
TUBO DE TOLVA	45,00	54,80	9,80	10,0	36	\$3.528,00
						<b>\$65.680,00</b>

Fuente: elaboración propia

Por otro lado, con relación a las oportunidades de trabajo que no se concretan anualmente, se presenta la Tabla No. 11 con el total de órdenes de trabajo perdidas en los últimos 3 años.



Tabla No. 11

Solicitudes de cotización no concretadas

Año	Cant.	Monto
2013	175	11'119,004
2014	221	9'546,263
2015	300	10'501,672

En términos porcentuales, en el último año, casi el 40% de las solicitudes de cotización no concretadas se debieron a razones imputables a la empresa (demoras para entregar al cliente una cotización y costos), y en términos monetarios este porcentaje significó más de USD7M.

Figura No. 17



Fuente: elaboración propia

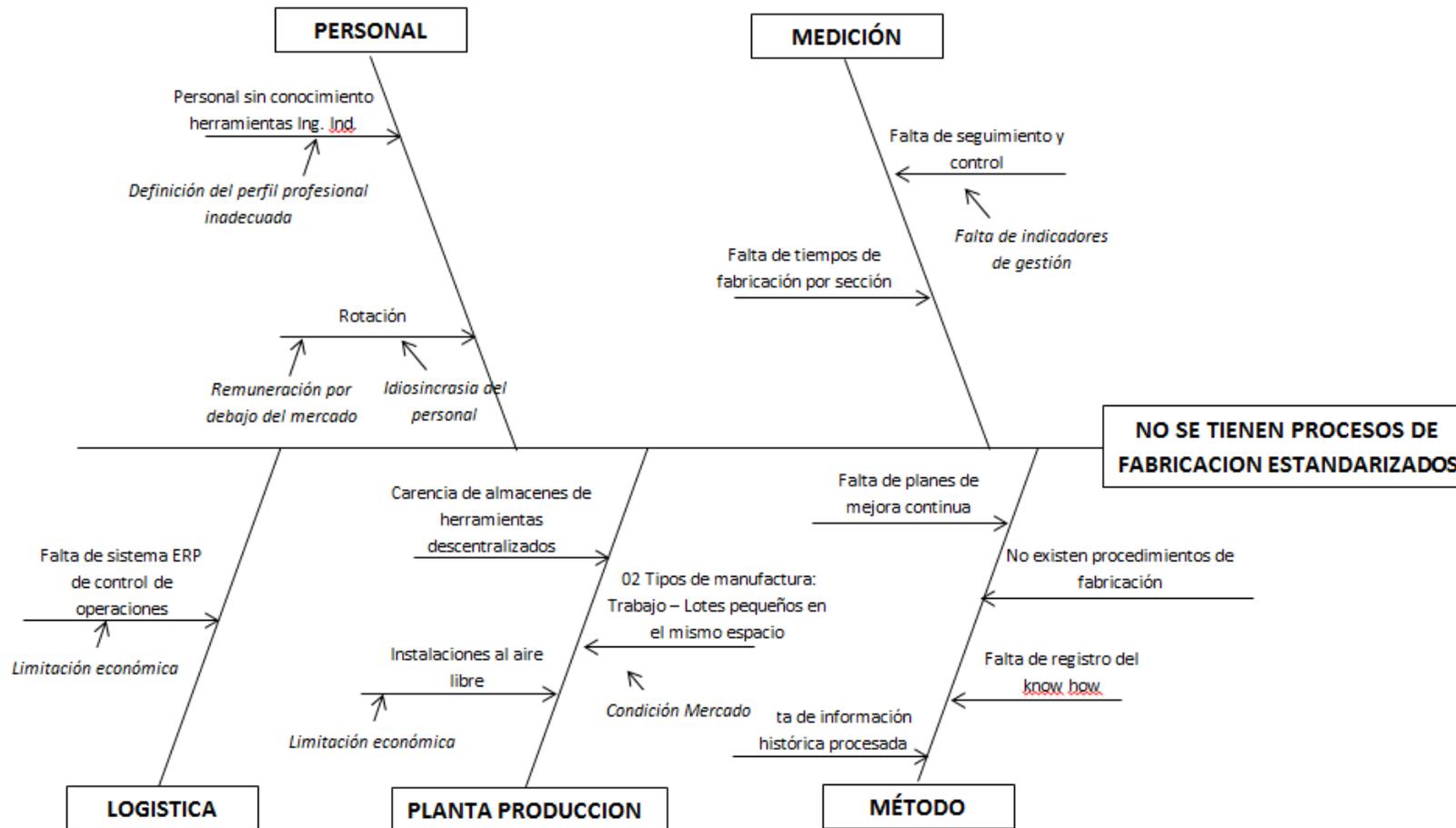


**c) Identificación de causa-raíz**

A continuación se analizarán las principales causas que originan el problema previamente identificado, a través del diagrama de Ishikawa, el cual se presenta en la Figura No. 18. En la Tabla No. 12, se explica cada una de las causas identificadas.

En base al análisis realizado, se han ponderado aquellas causas consideradas las de mayor importancia para la empresa, según lo indicado por el Gerente General, las cuales se trasladaron a un diagrama del árbol causa-efecto, el cual se muestra en la Figura No. 19, a fin de identificar las consecuencias que genera el problema identificado.

Figura No. 18  
Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia



Tabla No. 12  
Resumen de Análisis Ishikawa

FACTOR	CAUSA MAYOR	ANALISIS	CAUSA RAIZ	VALOR
FACTOR HOMBRE	ROTACION DE PERSONAL	La empresa invierte tiempo y dinero en reclutar personal, el cual, luego de un tiempo, migra de la empresa, en busca de mejoras económicas. Esta situación consume tiempo, no sólo por el proceso de reclutamiento en sí, sino por la curva de aprendizaje que implica contar con personal nuevo	Remuneración por debajo del mercado Idiosincrasia del Personal del sector	5%
	PERSONAL SIN CONOCIMIENTO DE HERRAMIENTAS DE ING. INDUSTRIAL	La empresa contrata al personal que “puede” y no al que “debe” debido a limitantes presupuestales. La Gerencia prioriza la experiencia operativa (en campo), la cual resulta además más económica, que profesionales con capacidad de análisis que puedan gestionar. Sólo para casos muy puntuales contrata ingenieros como consultores externos.	Remuneración por debajo del mercado	5%
FACTOR LOGISTICA	FALTA SISTEMA ERP PARA CONTRO DE OPERACIONES	Actualmente, los controles de inventarios y demás se realizan de forma manual, no está sistematizado.	Limitación Económica	2%
FACTOR MEDICION	FALTA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL	La empresa no cuenta con indicadores de producción por proceso que le permita evaluar cómo están actualmente y que oportunidades de mejora puede tener la empresa.	Falta de indicadores de gestión	15%
	FALTA DE TIEMPOS DE FABRICACION	Siendo notoria la repetición de la fabricación de algunos equipos, no se han definido los tiempos estándares de fabricación para estos equipos.	Falta de conocimiento	8%
FACTOR INFRAESTRUCTURA	CARENCIA DE ALMACENES DESCENTRALIZADOS	Actualmente existen dos almacenes para herramientas, ubicados uno sobre otro, donde se almacenan sólo las herramientas nuevas, y otro almacén para materia prima.	Limitación Económica	5%
	INSTALACIONES AL AIRE LIBRE	Todas las operaciones se realizan al aire libre, no existe espacios techados para proteger al material ni al personal del mal clima.	Limitación Económica	5%



Tabla No. 12

Resumen de Análisis Ishikawa (continuación)

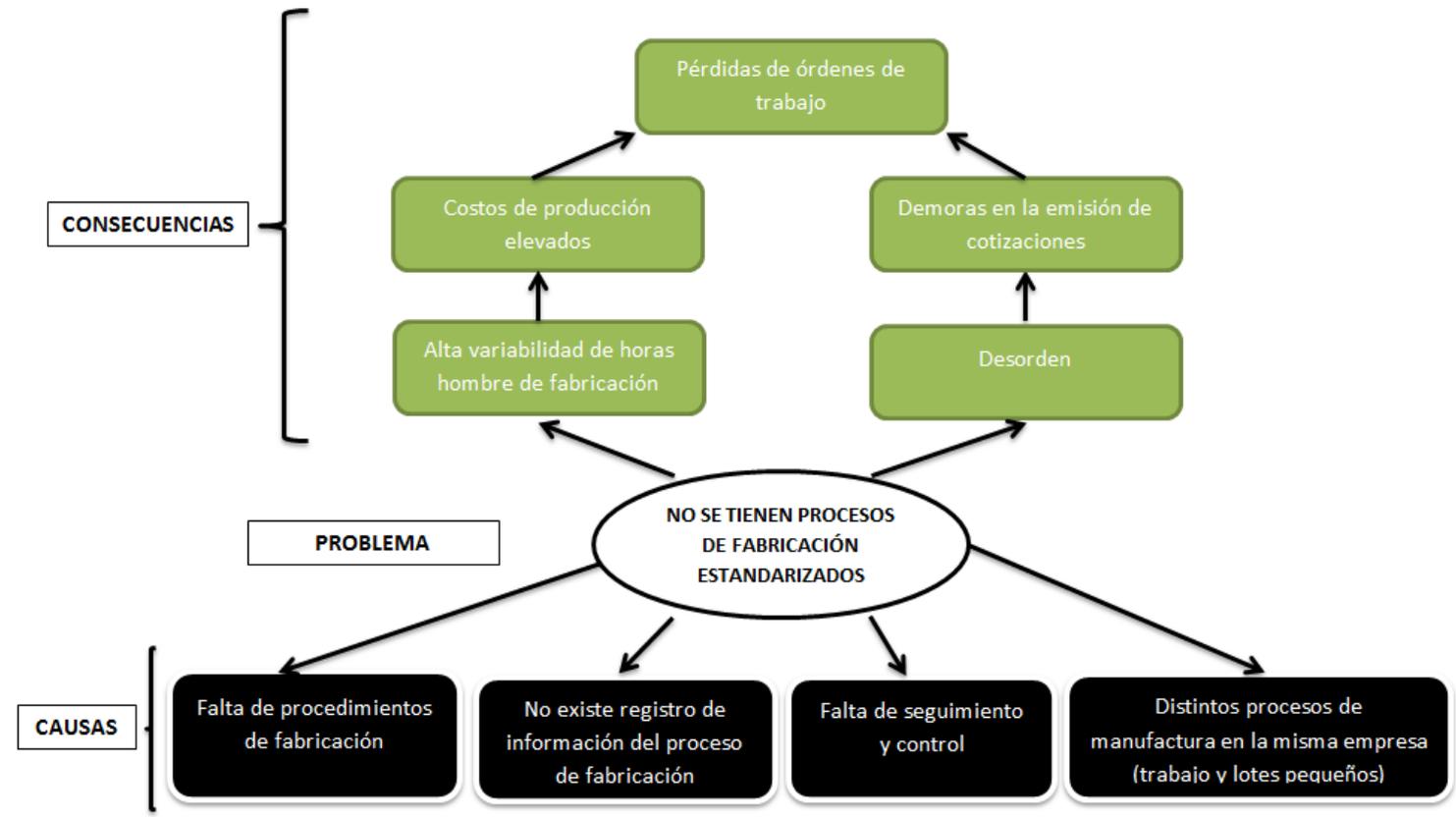
FACTOR	CAUSA MAYOR	ANALISIS	CAUSA RAIZ	VALOR
FACTOR MÉTODO	DOS TIPOS DE MANUFACTURA	La empresa tiene dos tipos de manufactura: proceso por trabajo y proceso por lote pequeño. Actualmente, ambos procesos se realizan en la misma área sin ninguna diferenciación.	Condición del mercado	12%
	NO EXISTEN PROCEDIMIENTOS DE FABRICACIÓN	En la actualidad, Tama no cuenta con un proceso de producción estandarizado, que le facilite al personal realizar sus actividades de forma sistemática y que a su vez permita establecer tiempos y parámetros durante el proceso de producción.	Falta de conocimiento en el uso de herramientas de Ing. Industrial	15%
	FALTA DE PLANES DE MEJORA CONTINUA	La empresa no practica una filosofía de mejora continua, por tanto, no tienen una metodología para identificar oportunidades de mejora.	No agrega valor diferenciado para la gerencia	8%
	FALTA DE GESTION DEL CONOCIMIENTO	La empresa invierte tiempo y dinero en reclutar nuevo personal, el cual es entrenado in situ sobre las actividades del proceso de producción. Cuando el personal se retira, se lleva este conocimiento, así como las habilidades adquiridas durante su proceso de entrenamiento y su trabajo diario.	No agrega valor diferenciado para la gerencia	8%
	INFORMACION HISTORICA NO PROCESADA	Registros históricos, estos no han sido analizados. Esta carencia, no le permite a los ejecutivos de la empresa contar con la información procesada en forma oportuna, de modo que resulte en una herramienta útil al momento de tomar decisiones.	Falta de procedimientos	12%

Fuente: elaboración propia



Grafica No. 12

Diagrama Árbol de Problemas Causa-Efecto



Fuente: Elaboración propia.



## CAUSAS

### Falta de procedimientos de fabricación

En la actualidad, Tama no cuenta con un procedimientos de fabricación establecido que le facilite al personal realizar sus actividades de forma sistemática y que a su vez permita establecer tiempos y parámetros durante el proceso de producción.

Hoy por hoy, las actividades de cada etapa del proceso de producción se realizan de diferente manera, dependiendo del personal que realiza el trabajo.

Si existiera un procedimiento establecido, no sólo facilitaría el trabajo del personal actual, sino, más aún, el del personal nuevo, reduciendo, su curva de aprendizaje; sino que además, permitiría establecer tiempos estándar y futuros indicadores de desempeño para apuntar hacia la mejora continua.

Dado que la ingeniería industrial nos proporciona herramientas para optimizar recursos, mejorando los procesos, esta causa del problema, será motivo de nuestro análisis y propuesta de solución.

### Información del proceso no registrada

La mejora continua va de la mano con el registro y documentación de la información que interviene en cada uno de los procesos de producción. De este modo, la empresa puede revisar y analizar su situación actual e identificar las oportunidades de mejora. Si no se cuenta con la información, no es posible saber dónde estamos.

Si bien en Tama existen algunos registros históricos de horas de producción, estos no han sido analizados. Esta carencia, no le permite a los ejecutivos de la empresa contar con la información procesada en forma oportuna, de modo que resulte en una herramienta útil al momento de tomar decisiones y de dar respuesta a los clientes.



Actualmente, existen herramientas informáticas (software) que realizan el análisis de la información de las empresas, pero para ello se requiere contar con la información necesaria. Por tal motivo, nuestra mejora se focalizará en establecer un procedimiento para que la información de producción se registre de modo que se pueda utilizar para beneficio de la empresa.

#### Falta de seguimiento y control

Son diversos los autores que coinciden en que no se puede controlar lo que no se puede medir. En la actualidad, la empresa no cuenta con indicadores de producción por proceso que le permita evaluar cómo están actualmente y que cuanto le falta para llegar a su meta.

Resulta evidente que, la falta de registro y análisis de la información con la que cuenta la empresa no ha permitido que se establezcan indicadores de desempeño, pues este último necesita de los primeros.

En tal sentido, parte del análisis realizado para la empresa Tama será establecer indicadores por proceso.

Una vez establecidos los indicadores de desempeño por proceso, la mejora continua es un proceso sistemático dentro de la empresa.

#### Distintos procesos de manufactura

La Cía. Tama por la diversidad del mercado en el que compete, recibe órdenes de trabajo de equipos metalmecánicos, en su mayoría distintos y únicos, pero también recibe pedidos repetitivos de equipos menores, que son repuestos de otros equipos que no fabrica.



Con esto, se identifica que Tama tiene dos tipos de manufactura:

- Por proceso de trabajo
- Por lotes pequeños

La planta de producción está configurada para un tipo de manufactura por proceso de trabajo o tipo taller. El tipo de manufactura por proceso de trabajo consta de secciones por donde las fabricaciones, cualquiera que sea en tipo o tamaño, siguen un flujo general, en el caso de Tama:

Habilitado + Conformado (tercerizado) + Calderería + Soldadura + Pintura (tercerizado)

Con esto, los equipos únicos y los repetitivos (repuestos) son fabricados en la misma planta, la cual está configurada por proceso de trabajo. Esto hace que se genere lo siguiente:

- Desorden al tener equipos mayores y repuestos en el mismo flujo
- Tiempos de espera para los equipos repetitivos (repuestos)
- Mayor distancia de recorrido para los repuestos



## CONCLUSIONES

Según se muestra en el análisis de Ishikawa, la limitación económica que tiene actualmente la empresa es una de las causas secundarias que afecta diferentes causas primarias del problema identificado.

Se evidencia que la empresa requiere inyectar capital para invertir en tecnología e incrementar su capacidad instalada.

Dado que esta solución no amerita la aplicación de ninguna herramienta de Ingeniería Industrial, no será materia de nuestra propuesta de solución.

Debido a la metodología de trabajo, la Gerencia General no le ha dado la importancia debida a la gestión de sus operaciones, priorizando siempre el trabajo en campo. Esta situación ha generado desorden en la planta al momento de realizar las operaciones, lo cual se ve reflejado en las consecuencias identificadas en el diagrama del árbol.

Actualmente, la empresa presenta dos tipos de manufactura: Proceso por Trabajo y Procesos por Lotes pequeños, las cuales se desarrollan en un mismo ambiente, siguiendo ambas el flujo de Proceso por Trabajo. Esta situación ocasiona que en ocasiones se priorice una fabricación sobre la otra y se deje productos fabricados a medias.

Si bien la empresa cuenta con cierta información histórica de los procesos, no existe un análisis sistemático ni continuo, lo cual no le permite a la empresa identificar posible oportunidades de mejora. Esto genera que reaccionen ante problemas como mayores tiempos de fabricación, y por ende de horas hombre, en vez de solucionar el problema de raíz.

En esta línea, la empresa no ha establecido estándares mínimos, ni indicadores, que le permitan visualizar como se encuentran actualmente y que tan lejos están de sus objetivos.



## CAPITULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

### 3.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO

#### a) **Objetivo general**

El objetivo general del presente trabajo de tesis es estandarizar los procesos de fabricación de la empresa Tama Ingenieros S.A.C.

La estandarización se logrará a través de la aplicación de método KAIZEN, que nos lleva a una filosofía de mejora continua sistemática y paulatina, lo cual se reflejará en un incremento de la eficiencia del proceso de producción de la empresa Tama Ingenieros S.A.C.

#### b) **Objetivos específicos**

Tal y como se planteó al final del capítulo 2, existen 3 causas que inciden directamente en el problema identificado en el presente trabajo. Por tanto, los objetivos específicos de nuestra propuesta están directamente relacionados con reducir y/o eliminar estas causas, según se describe:

- Elaborar e implementar procedimientos de fabricación
- Establecer procedimientos de registro de la información de los procesos de fabricación
- Implementar procedimientos de seguimiento y control de fabricaciones



### **c) Fundamentación de los objetivos**

Según lo indicado en el capítulo 2, los objetivos estratégicos de la empresa Tama están orientados a consolidarse en el mercado metalmecánico y aumentar sus ventas en los próximos años, entre otros.

En este contexto, la forma desordenada con la que se realizan alguna de las operaciones, actualmente, en el área de manufactura, resulta un obstáculo para alcanzar estos objetivos.

Por ello, los objetivos específicos del presente trabajo están orientados a atacar las principales causas del problema identificado, a fin de ordenar internamente a la empresa, de modo que se pueda tener el escenario necesario para mejorar su capacidad de producción y, en consecuencia, lograr los objetivos estratégicos de la empresa, es decir, los objetivos específicos de este trabajo están relacionados con los objetivos estratégicos de la empresa.

Al aplicar la filosofía Kaizen, a través de las 5S, se logrará organizar el área de producción, de esta manera se podrán identificar más fácilmente las oportunidades de mejora y, por lo propio de esa metodología, además se logrará un cambio cultural en el personal de la empresa.

Asimismo, al estandarizar las etapas del proceso de producción, para los productos estándares, a través de un manual de procedimientos que contenga un diagrama de flujo en el que los operarios puedan visualizar e identificar las etapas propias del proceso, permitirá reducir la variabilidad de horas hombre en el proceso de fabricación, las demoras en la emisión de cotizaciones y en consecuencia, la pérdida de oportunidades de negocio.

### **d) Indicadores de logro de los objetivos**

A continuación, se presentan los indicadores, para cada uno de los objetivos específicos definidos previamente:



<b>OBJETIVO ESPECIFICO</b>	<b>INDICADOR DE LOGRO</b>
Elaborar e implementar procedimientos de fabricación	Tiempos de fabricación cercanos a los tiempos estimados
Establecer procedimientos de registro de la información de los procesos de fabricación	Reducción en el tiempo de elaboración de cotizaciones (estimaciones de horas hombres)
Implementar procedimientos de seguimiento y control de fabricaciones	Reducción de la variabilidad de los tiempos de fabricación en equipos repetitivos

### **3.2 METODOLOGÍA ELEGIDA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA**

#### **a) Evaluación y elección de propuestas**

La ingeniería industrial cuenta con diferentes métodos para solucionar problemas de producción como el analizado en el presente documento. Dado que el objetivo de nuestro objetivo específico es estandarizar el proceso de fabricación de la empresa, se evaluaron dos metodologías que están orientadas a este fin: la ingeniería de métodos y la metodología Kaizen.

A continuación se presenta una matriz de decisión que nos permitirá elegir la mejor metodología, la cual se ha ponderado en base a los objetivos estratégicos de la empresa.



Tabla No. 13

Matriz de Decisión del Método de Solución

INGENIERIA DE MÉTODOS	VALOR	KAIZEN	VALOR
Es una metodología	2	Es una filosofía	2
Aplica a un área en particular, generalmente producción	1	Aplica a todo la empresa	3
Se basa en el estudio de movimientos y el estudio de tiempos para aumentar la productividad.	2	Se basa en herramientas integrales, como las 5S, para disminuir los desperdicios y así lograr mejorar la productividad.	2
Está orientada a la innovación tecnológica y las maquinarias.	1	Está orientada a los procesos y a las personas más que a los resultados.	3
Afecta el modo en el que se realiza el trabajo.	1	Re-definiendo la cultura organizacional hacia una mejora continua.	3
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>		<b>13</b>

Leyenda: 1 - Menor importancia; 2 - Igual importancia; 3 - Mayor importancia

Según refleja la matriz, la Gerencia General busca aplicar una metodología integral que genere un cambio cultural en la empresa, en la que cada operario contribuya con la mejora continua. De este modo, se considera que la mejor metodología para aplicar en este momento en la empresa es el Kaizen.

### 3.3 DISEÑO DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

#### a) Metodologías de mejora de procesos

##### Desarrollo de la metodología Kaizen

A fin de desarrollar esta metodología se tomará como base el modelo de implementación propuesto por Vargas, el cual se detalla en el capítulo 1, pero adaptado a este caso particular y en el marco de la metodología PHVA, según se muestra en la Figura No. 20.



A continuación se detalla paso a paso las actividades que se deberán realizar a fin de lograr los objetivos esperados.

## **1. Planificar**

### 1.1 Compromiso de la Gerencia General

Para que este proyecto resulte exitoso, la Gerencia General de Tama Ingenieros debe estar involucrada desde el inicio del proceso y de ella debe partir la iniciativa y la directiva de implementar la metodología Kaizen.

Para ello, la Gerencia General convocará a una reunión a todas las demás gerencias: comercial, operaciones, administración y finanzas, gestión de personas, sistemas e I&D, a través de un correo electrónico, con el fin de informar sobre la implementación de esta metodología y recoger las opiniones y aportes de los gerentes antes de informar a todo el personal.

Durante la reunión la Gerencia General presentará los objetivos generales y específicos de la implementación, descritos en el numeral 3.1 de esta sección, la secuencia de implementación del Kaizen (Figura No. 20), así como la secuencia de implementación de las 5S, según se muestra en la Figura 21.

También se informará sobre el equipo de mejora que se contratará para este propósito, así como su ubicación en el organigrama de la empresa, según se muestra en la Figura No. 21.

Finalmente, se presentará el cronograma de ejecución, según se muestra en la Figura No. 36 y la meta que se espera lograr.

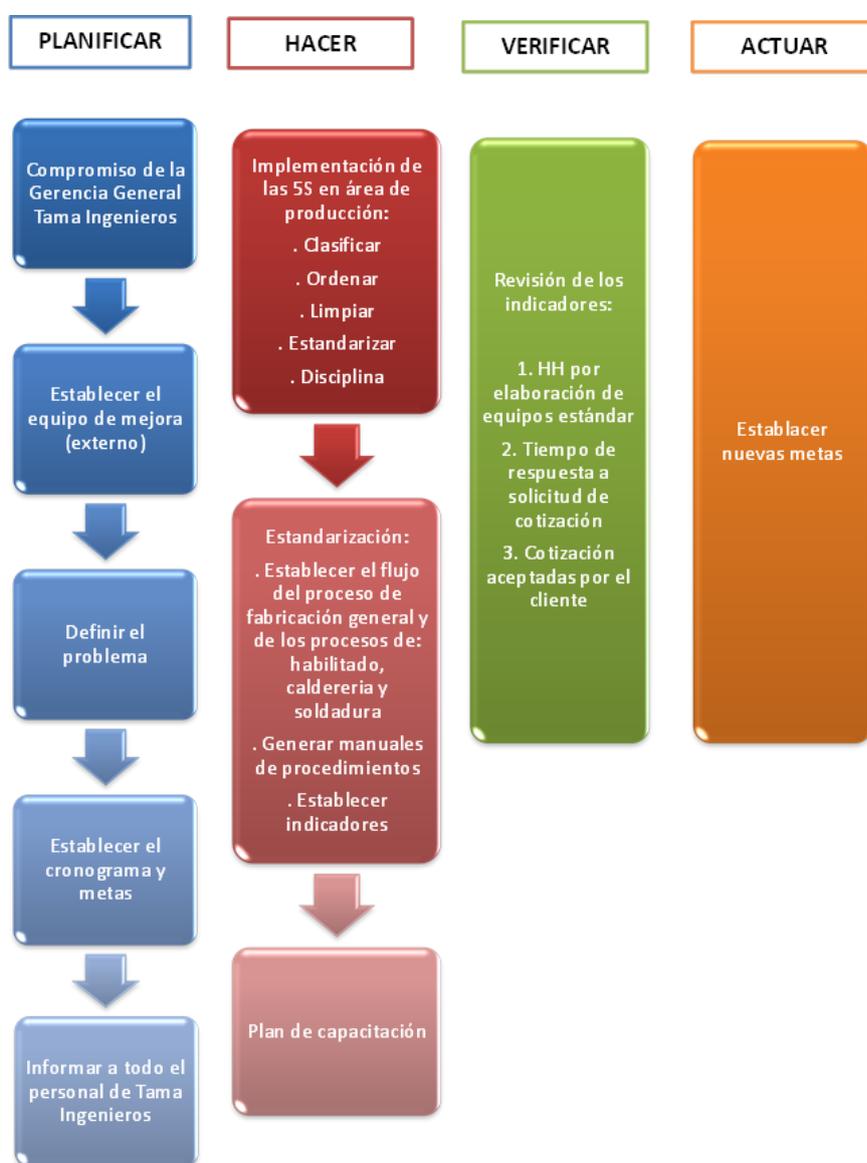
Durante la reunión se recogerán las opiniones/propuestas de las gerencias, en particular la gerencia de operaciones, pues es el área de producción, que está bajo su cargo, donde se realizarán, inicialmente, todos los cambios. Las opiniones y



propuestas se registrarán en un acta, y estas se incluirán, de ser el caso, en los documentos antes mencionados.

Figura No. 20

Secuencia de Implementación del Kaizen para la empresa Tama Ingenieros S.A.



Fuente: elaboración propia



Asimismo, y a fin de formalizar el inicio de la implementación, la Gerencia General emitirá un Memorando informando a toda la empresa sobre la implementación de la metodología Kaizen y la herramienta 5S, el cual se enviará vía correo electrónico a todo el personal, el mismo que incluirá los documentos previamente indicados.

### 1.2 Establecer el equipo de mejora (externo)

Como se identificó en el análisis causa-efecto, actualmente la empresa no cuenta con personal capacitado en herramientas de ingeniería industrial. En tal sentido, se propone contratar al equipo de mejora para el desarrollo de este proyecto, a modo de una consultoría. El equipo estará integrado por 3 profesionales y 3 operarios, según se detalla:

- Jefe de Mejora

El equipo debe estar liderado por un profesional que se encargue a tiempo completo de esta actividad, pues requiere de mucho seguimiento y control. A su vez, esta persona debe tener la autoridad suficiente para dirigir al equipo y exigir resultados. Por tanto, este profesional deberá estar a la par con las jefaturas de Planeamiento, Producción, Logística y Acabados y reportará directamente a la Gerencia de Operaciones.

Perfil: Ingeniero mecánico, industrial o afines, con estudios en gestión de proyectos, con conocimientos de la metodología Kaizen y capacidad de liderazgo. Con un mínimo de 05 años de experiencia en empresas metalmecánicas, realizando tareas similares a las requeridas, y conocimientos de: procesos de fabricación metalmecánica - construcciones soldadas: mecanizado, conformado, soldadura y pintura; gestión de procesos y proyecto.

Las principales funciones del jefe de mejora serán:



- Asignar las funciones a cada miembro del equipo y verificar el cumplimiento de las mismas
  - Elaborar y controlar el cronograma de trabajo
  - Proponer indicadores
  - Controlar el cumplimiento de la implementación de la metodología 5S
  - Proponer soluciones y validar otras propuestas de solución a los problemas encontrados durante el desarrollo del proyecto
  - Resolver conflictos entre el personal involucrado
  - Generar reportes de gestión para la Gerencia General
- Ingeniero de Procesos

El ingeniero de procesos deberá tener el conocimiento técnico suficiente en materia metal-mecánica y herramientas de ingeniería industrial, así como familiaridad con los procesos de producción de este ámbito empresarial. Al igual que al Jefe del Mejora, este puesto deberá ser contratado, pues se requiere que se dedique al 100% a esta actividad. Posteriormente, se propone que este profesional quede contratado de forma permanente en la empresa.

Perfil: Ingeniero mecánico o industrial con Ingeniero Mecánico o Industrial, con experiencia de campo en fabricaciones metalmecánicas, conocimientos en gestión de procesos, estudio de tiempos, 5S, Kaizen.

Las principales funciones del ingeniero de procesos serán:

- Elaborar formatos para la implementación de 5S y estandarización
- Revisar la secuencia de los procesos



- Utilizar herramientas de ingeniería industrial para analizar la información recopilada
  - Elaborar los DOP, DAP, y flujogramas
  - Identificar oportunidades de mejora y proponer las actividades correctivas correspondientes
  - Elaborar informes técnicos para el Jefe de Mejora
- Auxiliar

El auxiliar deberá ser un personal de apoyo, que realice el trabajo operativo. El perfil propuesto es un egresado en ingeniería industrial o similar, con conocimientos relacionados a proceso de producción y herramientas de ingeniería que se plantean implementar.

Las principales funciones del auxiliar serán:

- Recolectar la información solicitada por el ingeniero de procesos (medición de tiempos, etc.)
  - Informar al ingeniero sobre problemas identificados y proponer posibles soluciones
- Operarios

Para la etapa de implementación, se propone contratar 3 operarios que se encarguen de realizar las actividades de orden y limpieza requeridas para la aplicación de las 5S, de modo que no se consuma horas hombre de los operarios de planta, pues actualmente la empresa se encuentra con una gran demanda de trabajo. Estos operarios estarán bajo el mando del Ingeniero de Procesos y sólo se contratarán durante los 6 primeros meses de la implementación. Posteriormente, tal y como indica la metodología, este trabajo se deberá realizar diariamente por los operarios de planta.



Las principales funciones de los operarios serán:

- Movilizar material necesario e innecesario
- Limpiar la planta
- Realizar todas las tareas designadas por el Ingeniero de Procesos

En la Figura No. 21 se presenta el organigrama con la inclusión del equipo definido para la implementación de este proyecto.

### 1.3 Definir el problema

La identificación del problema, así como el análisis de sus causas y consecuencias se encuentra detallada en el Capítulo 2.

### 1.4 Establecer el cronograma y metas

El Gerente General propondrá la meta a alcanzar, en coordinación con el Gerente de Operaciones, el Jefe de Producción y el Jefe de Mejora, en base a los objetivos estratégicos de la empresa.

Para el presente trabajo se plantea la siguiente meta:

Meta	Aumentar las ventas en un 5% anual Reducir el consumo de HH en 10% anual
------	---



El cronograma de implementación deberá elaborarlo el Jefe de Mejora. Para el presente trabajo se plantea implementar la metodología en 6 meses, según se muestra en el Gantt que se presenta como Figura No. 36.

### 1.5 Informar a todo el personal

La Gerencia General convocará a una reunión con todo el personal para informar respecto a la implementación de esta nueva metodología/ideología, a través de un correo electrónico.

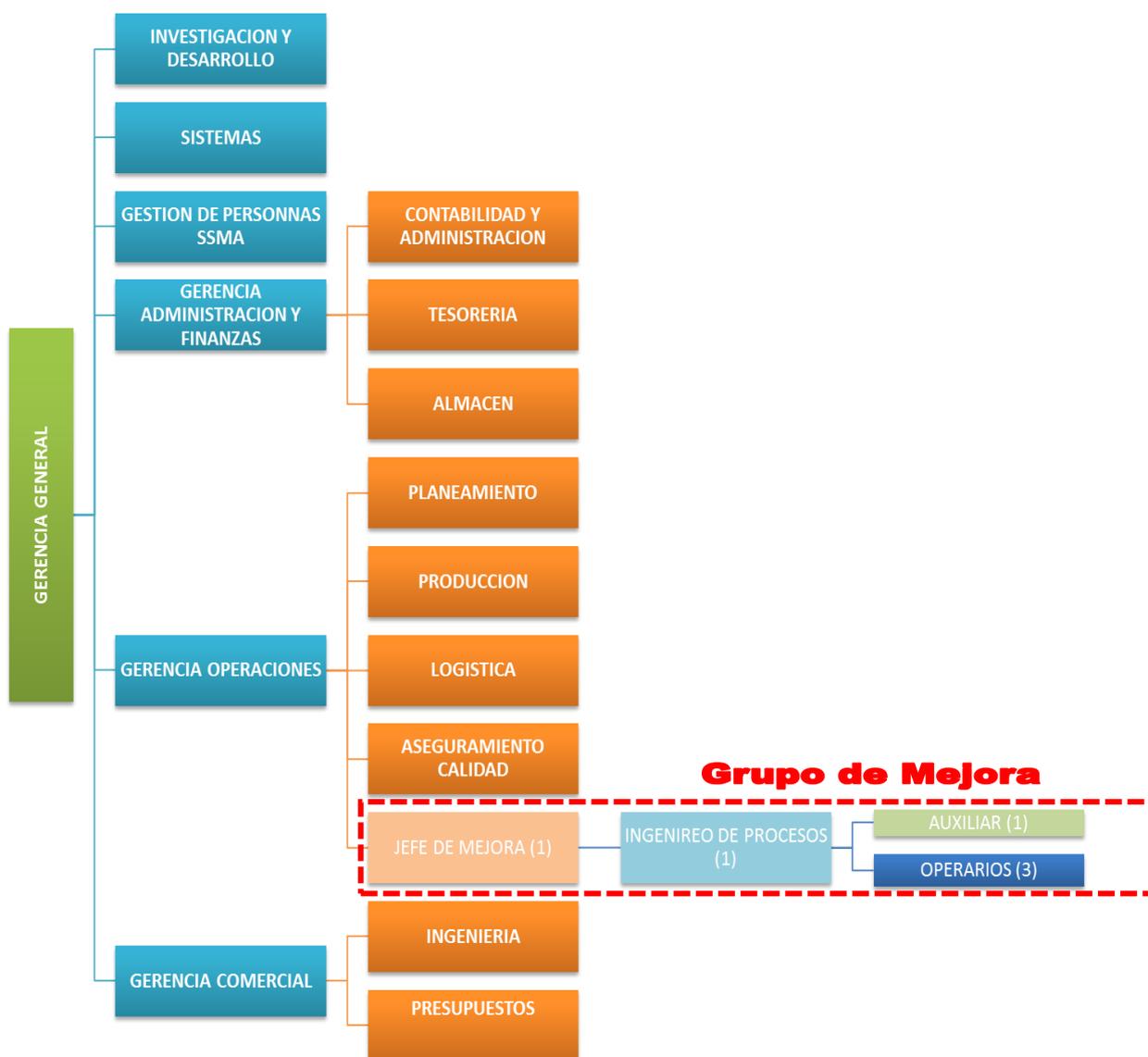
Durante la reunión se explicará a todo el personal de qué se trata esta metodología, en qué área se implementará inicialmente, en este caso en Producción, el porqué se está aplicando, así como la secuencia en que se llevará a cabo, el cronograma y las metas.

Adicionalmente, y posterior a la reunión, se emitirá un Memorando para formalizar el inicio de la implementación, el cual se enviará a toda la empresa a través de un correo electrónico. En esta comunicación se adjuntará la presentación que se explicó en la reunión.

Asimismo, se implementarán 3 paneles informativos, ubicados 2 en el área de producción y 1 en las oficinas administrativas, en los cuales se colocarán las Figuras con el flujo de aplicación de Kaizen, el cronograma y la meta, así como tarjetas informativas respecto a los 5 pasos de la herramienta 5S, según se muestra en la Figura No. 22.



Figura No. 21  
Organigrama del Proyecto de Mejora



Fuente: elaboración propia



Figura No. 22  
Tarjetas Informativas 5S

	<b>TAMA INGENIEROS S.A.C.</b>	<b>METODOLOGÍA 5S</b>
<b>1S - CLASIFICAR</b>		
1. Identificar y separar, en el puesto de trabajo, todos los elementos (materiales, herramientas, etc.) necesarios de los innecesarios.		
Se considera elementos innecesarios:	Retacería de planchas y perfiles, utilajes, basura, desechos, etc.	
	Elementos (materiales, herramientas, productos en proceso, etc.) que no han sido utilizados	
2. Etiquetar aquellos elementos identificados como innecesarios.		
3. Eliminar los elementos innecesarios		
Oportunidad de mejora: 		



	<b>TAMA INGENIEROS S.A.C.</b>	<b>METODOLOGÍA 5S</b>
<b>2S: ORGANIZAR</b>		
1. Ubicar cada cosa en su lugar.		
Elementos innecesarios	Se deben guardar dentro de los almacenes.	
Elementos necesarios	Se deben ubicar en un lugar que permita su acceso rápidamente y sin demora.	
2. Rotular los items con su nombre y ubicación.		
3. Rotular los espacios con su nombre y propósito, en caso corresponda. Dibujar las siluetas de los elementos que van en cada lugar para su fácil identificación.		
Oportunidad de mejora:		
		



TAMA INGENIEROS  
S.A.C.

METODOLOGÍA 5S

## 3S: LIMPIAR

1. Eliminar la retacería, desechos y basura.
2. Limpiar las zonas de trabajo: sólo debe quedar el material de la orden de trabajo en proceso y las herramientas que serán utilizadas.
3. Limpiar las herramientas y equipos.
4. Informar sobre hallazgos encontrados durante la limpieza.

Oportunidad de mejora:





TAMA INGENIEROS  
S.A.C.

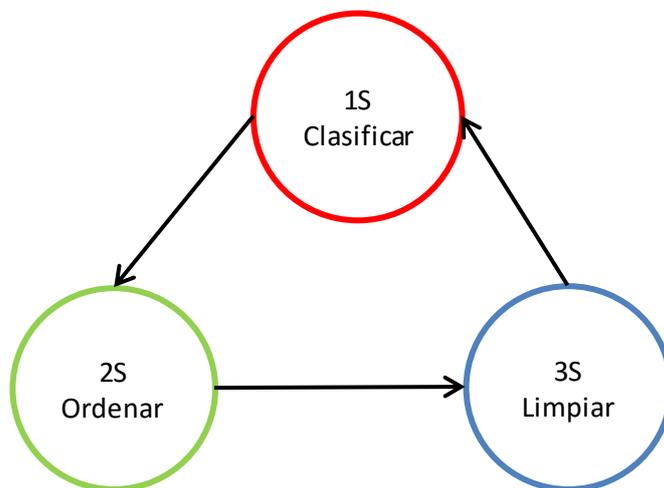
METODOLOGÍA 5S

## 4S: ESTANDARIZAR

1. Realizar de manera continua los 3 pasos previos: Clasificar, Organizar y Limpiar

2. Identificar cuando existe una desviación en los pasos previos.

Ejemplo:





	<b>TAMA INGENIEROS S.A.C.</b>	<b>METODOLOGÍA 5S</b>			
<b>5S: DISCIPLINA</b>					
1. Seleccionar responsables para el asegurar el cumplimiento de todos los pasos					
2. Verificar el cumplimiento a través de una lista de comprobación (check list).					
Ejemplo:					
TAMA INGENIEROS S.A.C. 		<b>LISTA DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE LAS 5S</b>			
<b>Actividad</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Comentario</b>	<b>Responsable</b>	
<b>1S - CLASIFICAR</b>					
Se separaron los elementos necesarios de los innecesarios					
Los elementos innecesarios tiene su etiqueta roja					
Se llenó correctamente la etiqueta roja					
Se eliminaron los elementos innecesarios					
<b>2S - ORDENAR</b>					
Se guardaron las herramientas después de su uso					
Los materiales que no se van a utilizar están en el almacén					
Existe alguna silueta de herramienta que esté vacía					
<b>3S - LIMPIAR</b>					
Los pisos están limpios					
Las paredes están limpias					
Los pasadizos están libres de elementos					
Las herramientas se limpiaron después de su uso					
Existe algún desecho en la zona de trabajo al terminar las operaciones					
Elaborado por:	Revisado por:		Fecha:		

## 2. Hacer

### 2.1 Implementación de las 5S

Para la implementación de las 5S se utilizará la secuencia propuesta por Vargas, detallada en el capítulo 1, adaptada a la empresa Tama Ingenieros, según se muestra en la Figura No. 23.



Figura No. 23  
Secuencia de Implementación de las 5S



Fuente: elaboración propia

i. Elegir el área de inicio de la implementación

En base al problema identificado en el capítulo 2, el área de aplicación de la metodología será el área de producción.



Una vez finalizado el ciclo de implementación de la mejora en el área de producción, y como parte del proceso de mejora continua, la Gerencia General deberá reunirse con sus gerencias medias para definir cuál será la siguiente área donde se aplicará el sistema. Para ello, cada gerente deberá plantear los problemas encontrados en su área y en base a una matriz de confrontación, donde se ponderen los problemas, se definirá la siguiente área donde se aplicará este sistema.

ii. Informar al personal involucrado

La primera comunicación se realizará a través de la reunión de personal que dirigirá el Gerente General a toda la empresa, según se detalló en la etapa de Compromiso de la Gerencia General, que es el primer paso para la implementación de la filosofía Kaizen.

Posteriormente, el Jefe de Mejora citará al personal del área de producción, incluido el Gerente de Operaciones, a una reunión de información donde se explicará a detalle en que consiste la implementación. Se presentarán los nuevos formatos que deberá utilizar el personal, el modo en que se deberá llenar, los cronogramas específicos para realizar las actividades propias de cada operario, así como las responsabilidades de cada uno.

iii. Implementación de las 5S

- **Seiri – Clasificar**

Esta primera etapa consiste en separar lo necesario de lo innecesario. El Ingeniero de Procesos junto con el auxiliar, recorrerán la zona de producción con etiquetas adhesivas rojas, según el modelo presentado en la Figura Nro. 24, a fin de clasificar cada uno de los elementos encontrados en su recorrido y colocar las etiquetas rojas en aquellos elementos identificados como innecesarios.



Figura No. 24

Etiqueta Roja

ELEMENTO INNECESARIO	
Fecha:	
Elemento:	
Ubicación:	
Razón:	

Fuente: elaboración propia

Para clasificar, deberán preguntar al personal de cada zona en la que realizarán el ejercicio, utilizando la Tarjeta de Clasificación, según modelo de la Figura No. 25.

Figura No. 25

Tarjeta de Clasificación

TAMA INGENIEROS S.A.C. 	CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS
Elemento:	
Área: Producción	
Proceso: <input type="checkbox"/> Habilitado: <input type="checkbox"/> Oxicorte <input type="checkbox"/> Plasma <input type="checkbox"/> Calderería <input type="checkbox"/> Soldadura	
Uso:	
Estado: <input type="checkbox"/> Operativo <input type="checkbox"/> Malogrado <input type="checkbox"/> Inservible	
Frecuencia de uso: <input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Interdiario <input type="checkbox"/> 1 vez por semana <input type="checkbox"/> Quincenal <input type="checkbox"/> Mensual	
Acción: <input type="checkbox"/> Guardar <input type="checkbox"/> Arreglar <input type="checkbox"/> Vender <input type="checkbox"/> Desechar <input type="checkbox"/> Otros: _____	

Fuente: elaboración propia.

En caso de duda sobre la necesidad de un equipo, este será etiquetado como rojo a fin de evaluar su necesidad posteriormente.



Una vez finalizado este paso, se recopilarán todos los elementos innecesarios en un lugar temporal, que se habilitará en la zona de almacén, y el Ingeniero de Procesos elaborará un registro de todos los elementos, según el formulario de la Figura No. 26.

Figura No. 26

Registro de Elementos Innecesarios

TAMA INGENIEROS S.A.C.		Registro de Elementos Innecesarios		
				
	Elemento	Ubicación	Razón	Acción
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Elaborado por:			Revisado por:	
Fecha:				

Fuente: elaboración propia.

Una vez registrados todos los elementos innecesarios, se decidirá la acción a tomar para cada uno de ellos: eliminarlos, repararlos, venderlos, donarlos o guardarlos. Esta decisión será propuesta por el Ingeniero de Procesos en base a lo indicado por los



operarios y será presentada al Jefe de Mejora, de modo que obtenga la autorización de la Gerencia General.

- **Seiton – Ordenar**

La segunda etapa consiste en ordenar todos los elementos encontrados, tanto los necesarios como los innecesarios que no serán eliminados, vendidos ni donados, es decir, los elementos de uso no frecuente.

Para ello, todos los elementos deberán ser etiquetados con el nombre del elemento así como su ubicación correcta, según se muestra en la Figura No. 27.

Figura No. 27

Etiqueta de Identificación

ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN	
Elemento:	
Ubicación:	

Fuente: elaboración propia

Para una fácil identificación, las etiquetas se clasificarán por colores, dependiendo del área de producción donde se ubican.

Zona de Producción	Color
Mantenimiento	Amarelo
Habilitado	Azul
Calderería	Verde
Soldadura	Rojo
Lotes Pequeños*	Púrpura



\*En la ubicación se prevé un área para la producción de lotes pequeños, la cual se propone habilitar en el corto plazo y debe estar separada del área de procesos de trabajo.

Actualmente la empresa tiene dos almacenes: uno al aire libre para la materia prima y otro para las herramientas e insumos.

Se habilitarán 5 armarios, uno en cada zona de producción. El criterio para guardar los elementos (herramientas y utillajes) será su frecuencia de uso. Se llevará un registro de todos los equipos y su ubicación, según modelo de formulario de la Figura No. 28.

De igual modo, se deberá dibujar las siluetas de las herramientas consideradas necesarias y de uso diario, como se muestra en el siguiente ejemplo gráfico:



Fuente: <http://ipyc.net/organizacion-y-lean/lean-manufacturing/5s-cinco-eses.html>



Figura No. 28

Formulario para registro de elementos y su ubicación

TAMA INGENIEROS S.A.C.		Registro de elementos y su ubicación			
Área:		Producción	Fecha:		
	Tipo	Elemento	Cant.	Zona	Ubicación
1	Equipo	Oxicorte	5	Habilitado	
2	Equipo	Corte por plasma	1	Habilitado	
3	Equipo	Tronzadora	2	Habilitado	
4	Equipo	Amoladora	18	Habilitado	
5	Equipo	Taladro magnético	1	Habilitado	Armario azul
6	Equipo	Taladro columna	1	Habilitado	Armario azul
7	Equipo	Punzadora	1	Habilitado	Armario azul
8	Equipo	Carritos de corte	2	Habilitado	Junto a xxx
9	Equipo	Pantógrafo	1	Habilitado	Zona habilitado
10	Equipo de transporte	Carrito de transporte de gases (oxicorte)	3	Habilitado	...
11	Equipo	Máquina de soldar	3	Calderería	
12	Equipo	Teclé eléctrico con puente	1	Calderería	
13	Equipo	Prensa hidráulica de 100ton	1	Calderería	
14	Equipo	Teclé manual	2	Calderería	
15	Herramienta manual	Escuadra recta		Calderería	
16	Herramienta manual	Escuadra de combinación		Calderería	
17	Herramienta manual	Martillos		Calderería	
18	Herramienta manual	Compas		Calderería	
19	Herramienta manual	Cinzel		Calderería	
20	Herramienta manual	Grapas (sujetadores)		Calderería	
21	Herramienta manual	Niveles		Calderería	
22	Herramienta manual	Útiles de armado		Calderería	
23	Equipo	Máquina de soldar	1	Soldadura	
24	Equipo	Amoladora de 4-1/2	2	Soldadura	
25	EPP	Careta de soldar		Soldadura	
26	EPP	Guantes		Soldadura	
27	EPP	Mandil de soldar		Soldadura	
28	EPP	Lentes de oxicorte		Soldadura	
29	Equipo de transporte	Montacargas de 3TN	1	General	
30	Equipo de transporte	Carrito de transporte de materiales	3	General	
Elaborado por:				Revisado por:	

Fuente: elaboración propia



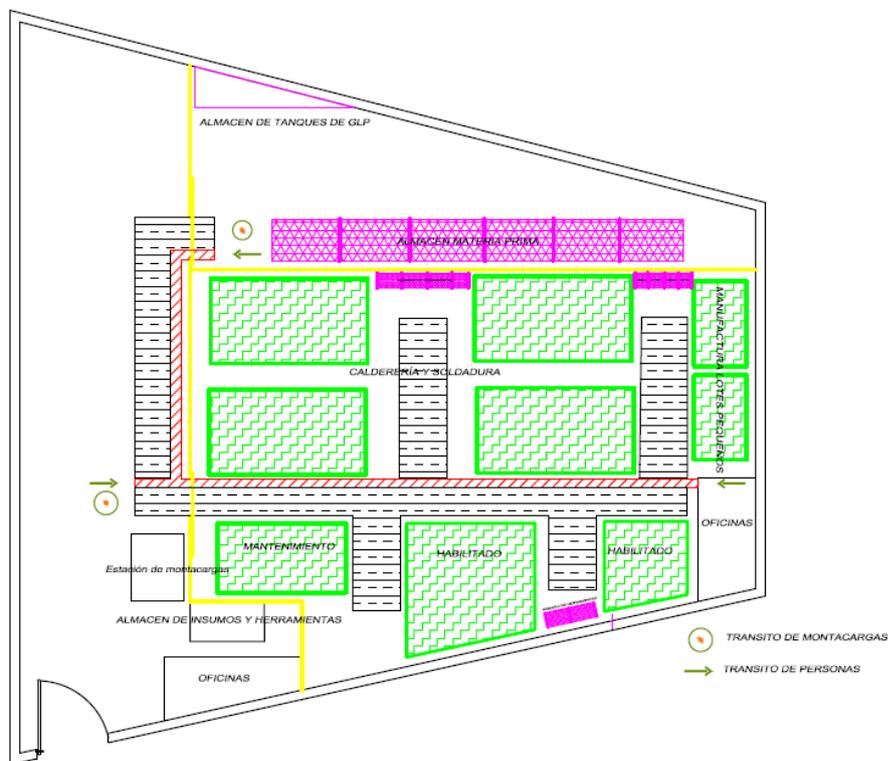
Asimismo, se deberá delinear las zonas de tránsito, las cuales deben estar libres de elementos, como se muestra en el siguiente ejemplo gráfico:



Fuente: <http://www.reischile.cl/servicios.html>

En la figura No. 29 se presenta el plano de la empresa con las mejoras indicadas

Figura No. 29  
Plano con la Implementación





- **Seiso – Limpiar**

Para llevar a cabo este paso, se debe establecer un cronograma de limpieza, en las zonas de habilitado, calderería-soldadura y almacén, en el cual se indique los responsables de realizarla cada semana, según se muestra en la Figura No. 31.

Asimismo, una vez realizada esta actividad, se llenará un formulario a fin de asegurar que se informa sobre cualquier hallazgo encontrado durante el desarrollo de la limpieza. Se presenta un modelo del formulario en la Figura No. 30.

Figura No. 30

Formulario de Hallazgos durante la limpieza

<b>TAMA INGENIEROS S.A.C.</b> 	<b>Hallazgos durante la Limpieza (3S)</b>
<b>Zona</b>	<b>Hallazgo</b>
Fecha:	Operario:



Figura No. 31  
Cronograma de Limpieza

TAMA INGENIEROS S.A.C.				
 <b>CRONOGRAMA DE LIMPIEZA</b>				
Área:		Producción		
Labor	Responsable	Fecha	Frecuencia	Materiales
<b>ZONA: HABILITADO</b>				
<b>Infraestructura</b>				
Limpieza de pisos	Operario 1		Diario	Escoba, recogedor, trapo, agua, detergente
Limpieza de paredes	Operario 1		Diario	Trapo y agua
Limpieza de amario	Operario 1		Semanal	Trapo
<b>Maquinaria - Herramientas</b>				
Oxicorte	Operario 2			Aire comprimido seco
Corte por plasma	...			Aire comprimido seco
Tronzadora				Aire comprimido seco
Amoladora				Aire comprimido seco
Taladro magnético				Aire comprimido seco
Taladro columna				Aire comprimido seco
Punzadora				Aire comprimido seco
Carritos de corte				Trapo
Pantógrafo				Aire comprimido seco
Carrito de transporte de gases (oxicorte)				Trapo
<b>ZONA: CALDERERÍA - SOLDADURA</b>				
<b>Infraestructura</b>				
Limpieza de pisos			Diario	Escoba, recogedor, trapo, agua, detergente
Limpieza de paredes			Diario	Trapo y agua
Limpieza de amario			Semanal	Trapo
<b>Maquinaria - Herramientas Calderería</b>				
Máquina de soldar				Aire comprimido seco
Teclé eléctrico con puente				Aire comprimido seco
Prensa hidráulica de 100ton				Aire comprimido seco
Teclé manual				Aire comprimido seco
Escuadra recta				Aire comprimido seco
Escuadra de combinación				Aire comprimido seco
Martillos				Trapo
Compas				Trapo
Cinzel				Trapo
Grapas (sujetadores)				Trapo
Niveles				Trapo
Útiles de armado				Trapo
<b>Maquinaria - Herramientas Soldadura</b>				
Máquina de soldar amigo				
Amoladora de 4-1/2				
Careta de soldar				Trapo
Guantes				-
Mandil de soldar				Trapo
Lentes de oxicorte				Trapo
Elaborado por:			Revisado por:	

Fuente: elaboración propia



- **Seiketsu – Estandarizar**

Esta etapa busca conservar los logros obtenidos en los 3 pasos previos, para ello se deben establecer normas básicas para desarrollar cada actividad así como responsables de velar por el cumplimiento de estas normas.

A continuación se presentan las tarjetas de procedimientos para cada uno de los 3 primeros pasos de las 5S en la Figura No. 32:

Figura No. 32  
Tarjetas de Procedimientos 3S

	
<b>TAMA INGENIEROS S.A.C.</b>	
<b>Procedimiento para Clasificar:</b>	
<b>Acción</b>	<b>Responsable</b>
1. Identificar los elementos que pertenecen al área y cual es su frecuencia de uso, así como los elementos considerados innecesarios.	Operario
2. Si la frecuencia de uso es menor a 15 días calendario no se etiqueta.	-
3. Si la frecuencia de uso es mayor a 15 días calendario se deberá colocar una etiqueta roja.	-
4. Para los elementos innecesarios, indicar en la etiqueta roja la información requerida.	Operario



#### TAMA INGENIEROS S.A.C.

##### Procedimiento para Ordenar:

Acción	Responsable
1. Recopilar todos los elementos identificados con etiquetas rojas (elemento innecesario).	Auxiliar
2. Registrar en la Tarjeta de Clasificación la información de cada etiqueta.	Auxiliar
3. Eliminar los elementos considerados retacería, basura, desperdicio.	Operario
4. Colocar en todos los elementos con su etiqueta de identificación.	Operario
5. Elaborar la relación de elementos y su lugar de ubicación.	Auxiliar
6. Guardar cada elemento en su lugar correspondiente.	Operario
7. Dibujar las siluetas de los elementos que corresponda.	Auxiliar



#### TAMA INGENIEROS S.A.C.

##### Procedimiento para Limpiar:

Acción	Responsable
1. Establecer el cronograma de limpieza de cada área, herramienta, maquinaria, con la frecuencia en la que se realizará la limpieza para cada lugar e ítem.	Jefe de Mejora
2. Establecer los responsables para realizar la limpieza.	Ingeniero de Procesos
3. Definir los materiales de limpieza que serán necesarios para cada caso.	Ingeniero de Procesos
4. Realizar la limpieza de acuerdo al cronograma.	Operario
5. Llenar el formulario correspondiente respecto a los hallazgos encontrados durante el desarrollo de esta actividad.	Operario

Fuente: elaboración propia



Por otro lado y a fin de asegurar el cumplimiento de las 3 primeras eses, el Ingeniero de Procesos deberá validar, a través de una lista de verificación (check list), el cumplimiento de los pasos previos. Para ello se presenta como modelo el formulario de Lista de Verificación de cumplimiento de las 5S en la Figura No. 33.

Al inicio de la implementación, la verificación se realizará diariamente, durante el primer mes. Posteriormente, la verificación se realizará semanalmente.

Figura No. 33

Lista de Verificación de Cumplimiento de las 3S

 <b>TAMA INGENIEROS S.A.C.</b>	<b>LISTA DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE LAS 5S</b>			
Actividad	Si	No	Comentario	Responsable
<b>1S - CLASIFICAR</b>				
Se separaron los elementos necesarios de los innecesarios				
Los elementos innecesarios tiene su etiqueta roja				
Se llenó correctamente la etiqueta roja				
Se eliminaron los elementos innecesarios				
<b>2S - ORDENAR</b>				
Se guardaron las herramientas después de su uso				
Los materiales que no se van a utilizar están en el almacén				
Existe alguna silueta de herramienta que esté vacía				
<b>3S - LIMPIAR</b>				
Los pisos están limpios				
Las paredes están limpias				
Los pasadizos están libres de elementos				
Las herramientas se limpiaron después de su uso				
Existe algún desecho en la zona de trabajo al terminar las operaciones				
Elaborado por:	Revisado por:		Fecha:	

Fuente: elaboración propia



- **Shitsuke - Disciplina**

Este último paso está relacionado con un cambio en la cultura organizacional, pues debe buscar calar en la forma de actuar de cada uno de los empleados de la empresa, por tanto, está estrechamente ligado con el plan de capacitación, dirigido y elaborado por el Jefe de Mejora.

Para ello, la comunicación constante y recíproca es básica. Por tanto, más allá de la información publicada en el panel informativo, el Jefe de Mejora, convocará a una reunión semanal, los días lunes a las 7:30 horas, antes de iniciar las actividades laborales, al Jefe de Producción, supervisores y personal operativo del área de producción, a fin de presentar los avances logrados en la aplicación de la herramienta, recordando el procedimiento y los objetivos que se esperan lograr.

A fin de validar el entendimiento de la herramienta, al final de la reunión se tomarán evaluaciones rápidas (para marcar).

Asimismo, y con la intención de lograr la participación e involucramiento de toda la empresa, se implementarán 3 buzones de participación del personal: 2 en producción y 1 en las oficinas administrativas, denominado “Oportunidades de Mejora”, en el cual el personal de cualquier área podrá someter de manera escrita y anónima (si así lo desean) lo que considera que se podría mejorar en la empresa.

iv. Crear un registro de las acciones realizadas y lecciones aprendidas

El Ingeniero de Procesos será el responsable de llevar un registro con todos los formatos generados para la implementación de la metodología Kaizen (5S). Los formatos serán guardados en archivadores de palanca clasificados por cada una de las



S. Los formatos se archivarán cronológicamente, teniendo los documentos más recientes en la parte superior.

En base a estos formatos archivados, elaborará reportes de gestión mensuales para el Jefe de Mejora, a fin de reportar los avances y resultados de la implementación de la metodología semanalmente. El informe incluirá además las lecciones aprendidas durante la implementación de la metodología, según se muestra en el Anexo 1.

## 2.2. Estandarización

Como parte de la implementación del Kaizen, otra forma de eliminar los desperdicios, en cuanto a tiempos, se da con la estandarización de los procedimientos de producción.

En este caso, la estandarización se aplicará a cada sección de producción, estableciendo los procesos de trabajo generales en el área.

### **i. Generar Manuales**

Se desarrollarán procedimientos generales para cada una de los 3 procesos de fabricación que se realizan en la empresa: habilitado, calderería y soldadura.

A continuación se presentan los 3 Manuales de Procedimientos: el primero es un manual general para todos los procesos de producción y los dos siguientes son manuales específicos para el proceso de habilitado y calderería - soldadura.



	DEPARTAMENTO DE PRODUCCION		
	PROCEDIMIENTO DE FABRICACION – PRODUCCION		
Preparado Por:		Nro. Documento	T-001-005-003-0
Revisado Por:		Fecha Emisión	
Aprobado Por		Última Revisión	

#### OBJETIVO

Establecer las actividades para la realización de los trabajos en la Planta de Producción (en las diferentes secciones), durante el procesamiento de las órdenes de trabajo, ordenes de mantenimiento, internas o cualquier tipo de orden de fabricación.

Las secciones de la Planta de Producción son:

- Habilitado
- Conformado (SVT)
- Mecánica (SVT)
- Calderería
- Soldadura
- Acabados y Pintura (SVT)

#### ALCANCE

El siguiente procedimiento será aplicado para el desarrollo de las órdenes de trabajo, las órdenes internas, órdenes de mantenimiento y cualquier actividad productiva dentro de la Planta de Producción, en cualquiera de las zonas asignadas.

El alcance comprende para los grupos de operarios de Habilitado, Calderería, Soldadura, personal



auxiliar de transporte y limpieza.

#### DEFINICIONES

Habilitado: Zona donde se habilitan los materiales mediante procesos de oxicorte o plasma

Calderería (Armado): Zona donde se procede con el armado, con soldadura de apuntalamiento, de los sectores de planchas cortadas, perfiles y demás elementos habilitados. En esta zona los operarios se les conoce con el nombre de caldereros

Soldadura: Zona donde se procede con los procesos de soldadura en flujo continuo (la que se emplea en calderería es una soldadura de apuntalamiento - puntos)

Orden de Trabajo: Orden de fabricación para un cliente externo con un número de serie que empieza con la letra T, por ejemplo. T-900123

Orden Interna: Orden de fabricación de un utillaje, machina, o algún equipo de propiedad de la compañía, es decir, para uso interno. Se identifica por la letra S, por ejemplo: S-67856

Orden de Mantenimiento: Orden de fabricación para una parte o repuesto de alguna máquina de propiedad de la compañía o para alguna operación requerida de mantenimiento. Se identifica por la letra M y un número, por ejemplo: M3-0123

Supervisores de Área: Personas encargada de las operaciones ejecutas en las secciones de la Planta de Producción: Habilitado, Calderería y Soldadura

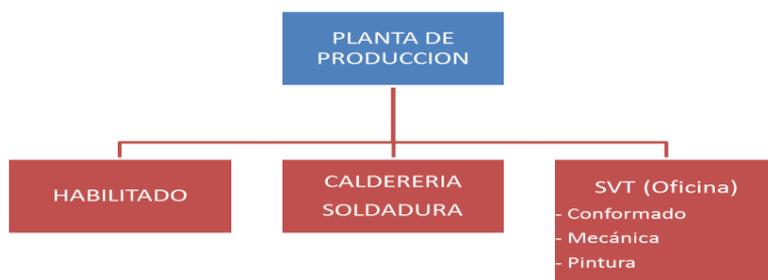
Jefe de Planta: Persona encargada de la gestión de las operaciones de todas las secciones de la planta de producción.

HH: Horas hombre de trabajo.

DOP – Orden de Trabajo: Diagrama de Operaciones de Fabricación. Se elabora para cada orden de trabajo y contiene las operaciones / actividades, controles y SVT requeridas para una fabricación. Contiene información de HH requeridas para cada operación / actividad, materiales y consumibles principales.



#### ORGANIGRAMA DE PLANTA DE PRODUCCION



Ingreso de Documentos de Fabricación: Ingeniería, Procesos → Producción

Ingreso de Materiales: Almacén → Producción

#### RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del Jefe de Planta gestionar, con las demás áreas (Ingeniería, Procesos, Planeamiento) que la documentación que se reciba para las órdenes de fabricación, se encuentre completa.

Es responsabilidad de los Supervisores de Área, antes de ordenar a los operarios el inicio de la ejecución de las operaciones, asegurarse que la documentación de la orden se encuentre completa.

Es responsabilidad de los Supervisores de Área asegurar la devolución de los documentos de fabricación a la oficina de producción

Es responsabilidad de los Supervisores de Área verificar que los operarios cuenten con las herramientas necesarias y materiales requeridos, antes del inicio de las actividades de fabricación.

Es responsabilidad del Jefe de Planta brindar las charlas de seguridad en las instalaciones de la Planta de Producción, diariamente por 5 min. como mínimo.

Es responsabilidad del Jefe de Planta verificar que los Supervisores de Área obtengan el registro de HH de las actividades de los operarios en el desarrollo de las órdenes de trabajo.

Las HH deben ser registradas manualmente al final da cada jornada diaria, en un archivo local



(excell)

Se debe colocar:

- El código del operario
- La sección del taller correspondiente: habilitado, calderería, soldadura
- El número de orden correspondiente (OT)

Se debe reportar el total de horas al final (cierre) de cada orden de trabajo

Se debe emitir un reporte semanal del consumo de HH por Orden de Trabajo (OT) y por sección de producción: habilitado, calderería, soldadura

El registro de HH se realizará de acuerdo con el formato del Anexo II

Es responsabilidad del Jefe de Planta, exponer a los Supervisores de Área, las secuencias de fabricación indicadas en el DOP – producción para las órdenes de fabricación mayores a 500 HH

Es responsabilidad del Jefe de Planta asegurar que se conserve la limpieza de la zona de las zonas de producción de acuerdo a los paneles informativos de las secciones.

Es responsabilidad de los Supervisores de Área verificar la disponibilidad, buen uso y limpieza de las máquinas y herramientas de producción

Es responsabilidad del Jefe de Planta la Evaluación de los Indicadores

#### PROCEDIMIENTO DE FABRICACIONES

Revisión de la documentación de las órdenes de trabajo (Oficina).

La documentación debe estar completa para cada orden de trabajo:

Planos de Fabricación para todas las secciones

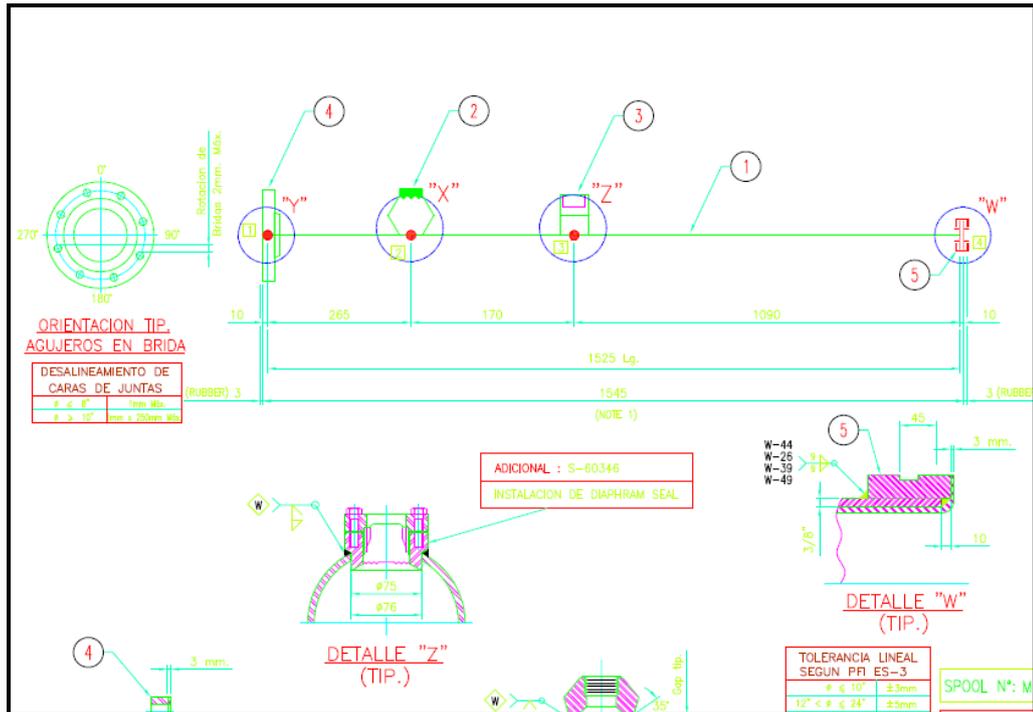
DOP- Producción: Ver Procedimiento Elaboración en Anexo III



Hojas de SVT (Conformado – Mecánica – Pintura)

Procedimientos de Soldadura Específicos

Plano de Fabricación (Ejemplo: Plano de Spool – Tubería Bridada con Accesorios)





DOP – PRODUCCION:

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO PARA LA FABRICACION COMPLETA DE UN SPOOL

SPOOL Ø36" – MK-33SLC00101

OPERACIONES PROCESO

Hab: Habilitado 2.00 hr  
 Cal: Calderería 20.00 hr  
 Sol: Soldadura 17.00 hr

OPERACIONES SVT

SVT: Granallado y Pintura 10.00 hr

OPERACIONES CONTROL

QcL: Control QC 6.50 hr

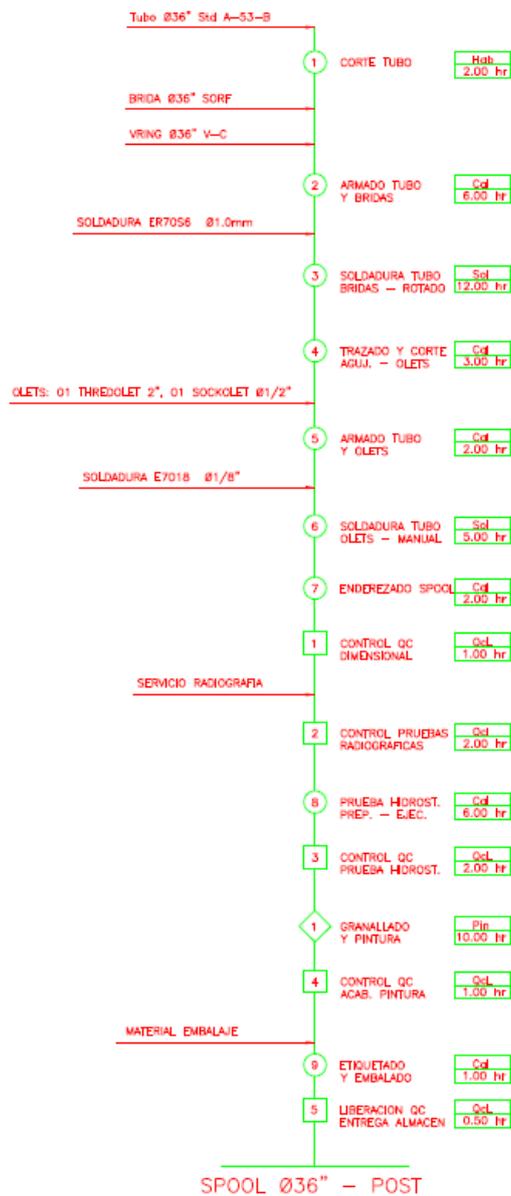
RESUMEN

9 OPERACIONES PROCESO

1 OPERACIONES SVT – SERVICIO

05 CONTROLES QC

TOTAL: 15 OPERACIONES





**Inicio de Operaciones / Actividades**

El jefe de Planta, diariamente, entrega a los supervisores de Área las Órdenes de Trabajo que ingresan a Producción, con la documentación completa.

El Jefe de Planta indica a los Supervisores de Área, cuando deben iniciarse la fabricación y entrega de cada orden de trabajo

El jefe de planta expone el plan de fabricación de acuerdo a la secuencia de fabricación indicada en el DOP – Producción. Esto para órdenes de fabricación mayores a 500 HH

**Ejecución de Operaciones / Actividades**

Seguimiento y Control de las Operaciones de Control con visitas periódicas a la planta de producción, al menos una vez cada día

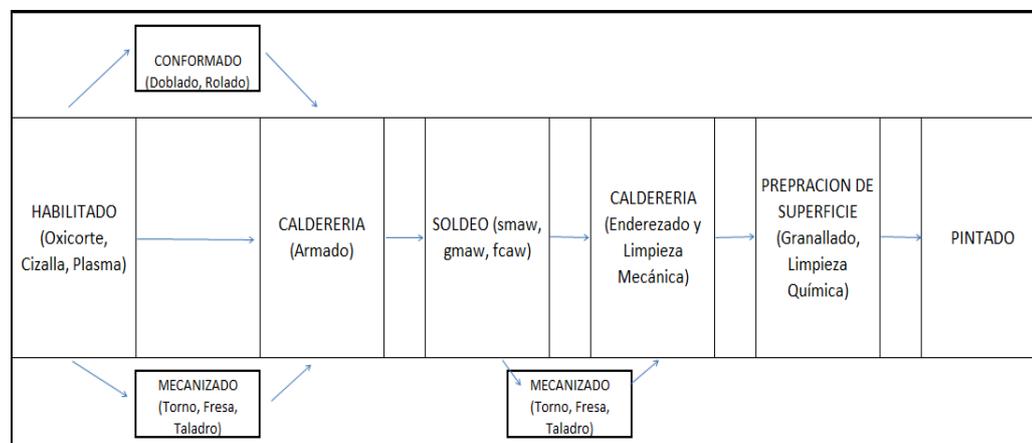
Monitoreo de los Indicadores de Producción

Brindar alertas de desviaciones de consumo de HH a los Supervisores

Controlar, con periodicidad semanal, el cumplimiento de la secuencia de producción en las fabricaciones, de acuerdo a los DOP – Producción

Coordinar mejoras a los DOP – Producción

Verificación del mantenimiento del orden y la limpieza de la planta





Cierre de Operaciones / Actividades

Verificación del cumplimiento de los controles de calidad

Comunicación de entrega de órdenes de fabricación a la Gerencia de Operaciones

Reporte de consumos de HH de órdenes de fabricación

Verificación de cumplimiento de indicadores

Retroalimentación de Lecciones Aprendidas para las órdenes de trabajo

 <b>TAMA INGENIEROS S.A.C.</b>	<b>DEPARTAMENTO DE PRODUCCION</b>		
	<b>PROCEDIMIENTO DE HABILITADO</b>		
Preparado Por:		Nro. Documento	T-001-005-001-0
Revisado Por:		Fecha Emisión	
Aprobado Por		Última Revisión	

#### OBJETIVO

Establecer las actividades para la realización de los trabajos en la sección de Habilitado, durante el procesamiento de las órdenes de trabajo, ordenes de mantenimiento, internas o cualquier tipo de orden de fabricación.

#### ALCANCE

El siguiente procedimiento será aplicado para el desarrollo de las órdenes de trabajo, las órdenes internas, ordenes de mantenimiento y cualquier actividad productiva dentro de la zona de Habilitado



## DEFINICIONES

Orden de Trabajo: Orden de fabricación para un cliente externo con un número de serie que empieza con la letra T, por ejemplo. T-900123

Orden Interna: Orden de fabricación de un utillaje, machina, o algún equipo de propiedad de la compañía, es decir, para uso interno. Se identifica por la letra S, por ejemplo: S-67856

Orden de Mantenimiento: Orden de fabricación para una parte o repuesto de alguna máquina de propiedad de la compañía o para alguna operación requerida de mantenimiento. Se identifica por la letra M y un número, por ejemplo: M3-0123

Pantógrafo: Máquina para ejecutar corte de materiales mediante los procesos de oxicorte y plasma (aire caliente a alta presión)

SVT – Cizalla: Orden de Servicio Tercero para operaciones de corte de material por cizalla.

Supervisor Habilitado: Persona encargada de las operaciones ejecutas en la zona de habilitado

HH: Horas hombre de trabajo.

DOP – Orden de Trabajo: Diagrama de Operaciones de Fabricación. Se elabora para cada orden de trabajo y contiene las operaciones / actividades, controles y SVT requeridas para una fabricación. Contiene información de HH requeridas para cada operación / actividad, materiales y consumibles principales.

## ORGANIGRAMA DE HABILITADO





## RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del Supervisor de Habilitado verificar, antes de ordenar a los operarios el inicio de la ejecución de las operaciones, que la documentación de la orden se encuentre completa.

Los Operarios serán responsables de revisar los Planos de Habilitado y el DOP-Producción antes de iniciar la ejecución de las operaciones

Es responsabilidad del supervisor proveer los consumibles necesarios para la operación de la máquina de corte – pantógrafo

Es responsabilidad del supervisor el registro de las HH empleadas por los operarios para cada orden de trabajo procesada

Las HH deben ser registradas manualmente al final de cada jornada diaria, en un archivo local (excell)

Se debe colocar:

- El código del operario
- La sección del taller correspondiente: habilitado
- El número de orden correspondiente (OT)

Se debe reportar el total de horas al final (cierre) de cada orden de trabajo en la sección, en este caso habilitado

Se debe emitir un reporte semanal del consumo de HH por Orden de Trabajo (OT)

El registro de HH se realizará de acuerdo con el formato del Anexo II

Es responsabilidad de los operarios conservar la limpieza de la zona de acuerdo a los letreros e indicaciones mostradas en el panel informativo de la sección.



## PROCEDIMIENTO

Revisión de la documentación de la orden de trabajo.

La documentación de la orden debe ser la siguiente:

Planos de Habilitado

DOP- Producción

Programas de corte para el pantógrafo

Hoja de SVT – Cizalla

Inicio de Operaciones / Actividades

Verificar las dimensiones (espesor, largo, ancho) de la plancha a cortar, contrastando la máquina de corte (pantógrafo) al inicio de cada día de trabajo.

Verificar las condiciones operativas de la máquina pantógrafo

Verificar la cantidad de ítems en la Hoja SVT - Cizalla

Ejecución de Operaciones / Actividades

Verificar la lectura de los parámetros del pantógrafo durante el corte de los materiales

Marcar las piezas cortadas con el número de ítem del plano correspondiente.

Retirar los materiales cortados en parihuelas o sobre tacos de madera

Cierre de Operaciones / Actividades

Verificar la totalidad de las piezas cortadas solicitadas

Entregar al supervisor los documentos entregados

Anotar en el DOP las horas utilizadas en la operación



	DEPARTAMENTO DE PRODUCCION		
	PROCEDIMIENTO DE CALDERERIA - SOLDADURA		
Preparado Por:		Nro. Documento	T-001-005-002-0
Revisado Por:		Fecha Emisión	
Aprobado Por		Última Revisión	

#### OBJETIVO

Establecer las actividades para la realización de los trabajos en la sección de Calderería (Armado) y Soldadura, durante el procesamiento de las órdenes de trabajo, ordenes de mantenimiento, internas o cualquier tipo de orden de fabricación.

#### ALCANCE

El siguiente procedimiento será aplicado para el desarrollo de las órdenes de trabajo, las órdenes internas, órdenes de mantenimiento y cualquier actividad productiva dentro de la zona de Calderería (Armado) y Soldadura, en cualquiera de las zonas asignadas.

El alcance comprende para los grupos de operarios de Calderería y Soldadura

#### DEFINICIONES

Calderería (Armado): Zona donde se procede con el armado, con soldadura de apuntalamiento, de los sectores de planchas cortadas, perfiles y demás elementos habilitados. En esta zona los operarios se les conoce con el nombre de caldereros

Soldadura: Zona donde se procede con los procesos de soldadura en flujo continuo (la que se emplea en calderería es una soldadura de apuntalamiento - puntos)

Orden de Trabajo: Ver definición en procedimiento de Habilitado T-001-005-002-0



Orden Interna: Ver definición en procedimiento de Habilitado T-001-005-002-0

Orden de Mantenimiento: Ver definición en procedimiento de Habilitado T-001-005-002-0

Enderezado: Proceso de corrección de deformaciones de soldadura en los equipos ya terminados de armar y soldar.

Proceso SMAW: Proceso de soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido

Proceso GMAW: Proceso de soldadura por arco eléctrico, con electrodo y gas protector

Proceso FCAW: Proceso de soldadura por arco eléctrico, con electrodo

con núcleo de fundente

Proceso SAW: Proceso de soldadura por arco eléctrico, con electrodo sumergido en fundente

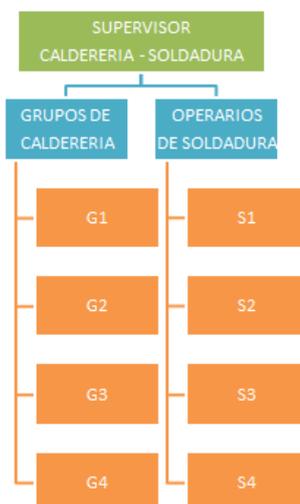
Supervisor Calderería / Soldadura: Persona encargada de las operaciones ejecutadas en la zona de Calderería y Soldadura

HH: Horas hombre de trabajo.

DOP – Orden de Trabajo: Diagrama de Operaciones de Fabricación. Se elabora para cada orden de trabajo y contiene las operaciones / actividades, controles y SVT requeridas para una fabricación. Contiene información de HH requeridas para cada operación / actividad, materiales y consumibles principales.



## ORGANIGRAMA DE CALDERERIA Y SOLDADURA



## RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del Supervisor de Calderería / Soldadura VERIFICAR, antes de ordenar a los operarios el inicio de la ejecución de las operaciones, que la documentación de la orden se encuentre completa.

Los Operarios de Calderería serán responsables de revisar los Planos de Calderería y el DOP-Producción antes de iniciar la ejecución de las operaciones

Los Operarios Soldadores serán responsables de revisar en los planos y DOP los procesos de soldadura (SMAW, GMAW, FCAW o SAW) que han sido asignados a la fabricación del equipo y solicitar los Procedimientos de Soldadura al Supervisor de Calderería / Soldadura

Es responsabilidad del Supervisor de Calderería / Soldadura proveer los materiales requeridos para la orden de trabajo. Debe coordinar con el supervisor de Habilitado que los materiales sean enviados a la zona de Calderería / Soldadura y que se encuentren en las cantidades requeridas por los planos de fabricación.

Es responsabilidad del Supervisor Calderería / Soldadura revisar y explicar la secuencia de fabricación, al grupo de trabajo asignado, de acuerdo a lo indicado en el DOP – producción y la correspondencia en los planos de fabricación



Es responsabilidad del supervisor el registro de las HH empleadas por los operarios para cada actividad descrita en el DOP, para los caldereros y soldadores

Las HH deben ser registradas manualmente al final de cada jornada diaria, en un archivo local (excell)

Se debe colocar:

- El código del operario
- La sección del taller correspondiente: calderería, soldadura
- El número de orden correspondiente (OT)

Se debe reportar el total de horas al final (cierre) de cada orden de trabajo

Se debe emitir un reporte semanal del consumo de HH por Orden de Trabajo (OT)

El registro de HH se realizará de acuerdo con el formato del Anexo II

Es responsabilidad de los operarios conservar la limpieza de la zona de acuerdo a los letreros e indicaciones mostradas en el panel informativo de la sección.

Es responsabilidad de los operarios verificar la disponibilidad, buen uso y limpieza de las máquinas de soldar y otras herramientas

#### PROCEDIMIENTO

Revisión de la documentación de la orden de trabajo.

La documentación de la orden debe ser la siguiente:

Planos de Calderería / Soldadura

DOP- Producción

Procedimientos de Soldadura Específicos



#### Inicio de Operaciones / Actividades

El supervisor debe asignar el equipo de caldereros y soldadores que formarán el grupo de fabricación para la orden de trabajo

Verificar las dimensiones (espesor, largo, ancho) de las planchas, perfiles y demás materiales habilitados, listados en los planos de calderería.

Verificar las condiciones operativas de las herramientas y máquinas de soldar

Verificar la secuencia de fabricación mostrada en el DOP – Producción

Verificar los subensambles / partes en los planos de fabricación y en el (los) DOP – Producción

Verificar los controles / inspecciones indicados en el DOP - Producción

#### Ejecución de Operaciones / Actividades

Ubicar la zona de trabajo asignada

Trazar en primera instancia las piezas que irán al conformado, roladora – dobladora. Las marcas de trazo metálico deben ser flanqueadas con trazos de marcador metálicos, esto para una fácil ubicación.

Revisión de los conformados recibidos. Diámetro de rolado, ángulo de doblez

Iniciar el armado de los subensambles / partes definidas en el DOP - Producción

Revisión de los subensambles armados

Pase a los soldadores para el soldeo de los subensambles.

Revisión, enderezado y limpieza de los subensambles

Armado del ensamble final

Revisión de dimensiones del ensamble final con participación de QC



Soldadura del ensamble final

Revisión, enderezado y limpieza del ensamble final

Emisión de marcas en el subensamble, por estampa y de acuerdo a las marcas indicadas en los planos de fabricación

Cierre de Operaciones / Actividades

Verificar elementos de sujeción / izaje para el traslado del ensamble final

Limpieza de la zona de trabajo

Entregar al supervisor los documentos recibidos

Anotar en el DOP las horas utilizadas en la operación

## **ii. Establecer Indicadores de Gestión**

### Indicador de Cumplimiento de las HH estimadas

Medición: Comparación de HH estimadas vs Real

Este indicador debe servir para controlar las desviaciones de las horas hombre empleadas en una fabricación, comparadas con las que se elaboran el DOP con el que la orden de trabajo fue enviada a talleres.

Este indicador representará un control y monitoreo semanal.

El formato propuesto se muestra en la figura No. 34.

La fuente base de HH se tomará de:

Anexo II: Registro de HH Reales



Anexo III: DOP – Producción HH Estimadas

Indicador de Cumplimiento de Variabilidad

Medición: Comparación de % Variabilidad – Progreso

Este indicador debe servir para controlar las desviaciones de las horas de fabricación para un mismo equipo, en repetidas veces de fabricación en un lapso de tiempo.

Este indicador representará un control y monitoreo trimestral

El formato propuesto se muestra en la figura No. 35.

La fuente base de HH se tomará de:

Anexo II: Registro de HH Reales

Anexo III: DOP – Producción HH Estimadas

Indicador de Cumplimiento de Cotizaciones

Medición: Cumplimiento de entrega de Cotizaciones

Este indicador debe servir para controlar el cumplimiento de la entrega de las Cotizaciones a los Clientes. La idea es encontrar las causas que puedan estar afectando el cumplimiento de las entregas de las cotizaciones.

Este indicador representará un control y monitoreo mensual.

El formato propuesto se muestra en la figura No. 36.

La fuente para este indicador se tomará de la Gerencia de Ventas.



Figura No. 34

Formato Indicador de Cumplimiento de las HH estimadas

	<b>DEFINICION DEL INDICADOR:</b> <b>CUMPLIMIENTO DE LAS HORAS HOMBRE</b> <b>DE LAS ORDENES DE FABRICACION DE EQUIPOS</b>		TA - 001-04-001	
			Rev. 0	12.02.2016
<b>1. OBJETIVO DEL INDICADOR</b>				
Controlar que las órdenes de fabricación no sobrepasen +/-10% de las horas hombre estimadas para la fabricación				
<b>2. FÓRMULA DE CALCULO</b>				
$\% \text{ Cumplimiento de Horas Hombre} = \frac{\text{Horas Hombre consumidas en fabricación de equipos}}{\text{Horas Hombre estimadas en los DOP's enviados a fabricación}} \times 100\%$				
<b>3. CARACTERÍSTICAS DEL INDICADOR</b>				
Semáforo				
 Entre 90% a 110%  Entre 80% y 90% o entre 110% y 120%  Menor a 80% o mayor a 120%				
<b>4. RESPONSABLE DEL INDICADOR:</b> Gerente de Operaciones				
<b>5. PUNTO DE LECTURA E INSTRUMENTO</b>				
Punto de Lectura: Cierre / Fin de cada orden de trabajo Instrumento: Registro de Control de Ordenes de Producción				
<b>6. MEDICION Y REPORTE</b>				
Frecuencia de Medición: Semanal Reporte: Semanal Responsable: Jefe de Planamiento de Producción				
<b>7. USUARIOS</b>				
Gerente General, Gerente de Operaciones, Jefe de Planeamiento, Jefe de Producción, Jefe de Procesos de Fabricación				

Fuente: elaboración propia



Figura No. 35

Formato Indicador de Cumplimiento de Variabilidad

	<b>DEFINICION DEL INDICADOR:</b> <b>VARIABILIDAD DE HORAS HOMBRE</b> <b>EN ORDENES DE FABRICACION DE UN EQUIPO ESTANDAR</b>		TA - 001-04-002	
			Rev. 0	12.02.2016
<b>1. OBJETIVO DEL INDICADOR</b>				
<p>Controlar la variación de horas hombre para un mismo equipo, en repetidas fabricaciones, en un tiempo determinado          Las diferencias de horas hombre, para el mismo equipo, no deben tener una variación de +/- 10%</p>				
<b>2. FÓRMULA DE CALCULO</b>				
<p>% Cumplimiento de variabilidad = <math display="block">\frac{\text{Máxima cantidad HH equipo A} - \text{Mínima cantidad HH equipo A}}{\text{HH estimadas en los DOP's}} \times 100\%</math></p>				
<b>3. CARACTERÍSTICAS DEL INDICADOR</b>				
<p>Semáforo</p> <p style="text-align: center;"> <span style="color: green; font-size: 20px; margin-right: 20px;">●</span> Igual o menor a 10%             <span style="color: yellow; font-size: 20px; margin-right: 20px;">●</span> Entre 10% y 20%             <span style="color: red; font-size: 20px;">●</span> Mayor a 20%         </p>				
<b>4. RESPONSABLE DEL INDICADOR:</b> Gerente de Operaciones				
<b>5. PUNTO DE LECTURA E INSTRUMENTO</b>				
<p>Punto de Lectura: Cierre / Fin de cada orden de trabajo          Instrumento: Registro de Control de Ordenes de Producción</p>				
<b>6. MEDICION Y REPORTE</b>				
<p>Frecuencia de Medición Trimestral          Reporte Trimestral          Responsable Jefe de Planemiento de Producción</p>				
<b>7. USUARIOS</b>				
Gerente General, Gerente de Operaciones, Jefe de Planeamiento, Jefe de Producción, Jefe de Procesos de Fabricación				

Fuente: elaboración propia



Figura No. 36

Formato Indicador de Cumplimiento de Cronograma – SPI

	<b>DEFINICION DEL INDICADOR: CUMPLIMIENTO DE ENTREGAS DE COTIZACIONES</b>		TA - 001-04-003	
			Rev. 0	12.02.2016
<b>1. OBJETIVO DEL INDICADOR</b>				
<p>Controlar el cumplimiento de las entregas de las cotizaciones          Las cotizaciones deben ser diferenciadas por el monto de cotización:☒          Tipo A : Montos X &lt; \$5000 - Plazo: 2 días☒          Tipo B : Montos \$5000 &lt; X &lt; \$50000 - Plazo: 4 días          Tipo C : Montos X &gt; \$50000 - Plazo: 6 días          El cumplimiento de las entregas debe ser mayor a 90%</p>				
<b>2. FÓRMULA DE CALCULO</b>				
$\% \text{ Cumplimiento de Entregas x Tipo (A, B, C) } = \frac{\text{Cotizaciones entregadas dentro del plazo}}{\text{Total de Cotizaciones}} \times 100\%$				
<b>3. CARACTERÍSTICAS DEL INDICADOR</b>				
<p>Semáforo</p> <p style="text-align: center;"> <span style="color: green; font-size: 20px; margin-right: 20px;">●</span> Igual o mayor a 90%         <span style="color: yellow; font-size: 20px; margin-right: 20px; margin-left: 100px;">●</span> Entre 80% y 90%         <span style="color: red; font-size: 20px; margin-left: 100px;">●</span> Menor a 80%       </p>				
<b>4. RESPONSABLE DEL INDICADOR:</b> Gerente de Operaciones				
<b>5. PUNTO DE LECTURA E INSTRUMENTO</b>				
<p>Punto de Lectura: Entrega de cada Cotización          Instrumento: Registro de Control de Cotizaciones</p>				
<b>6. MEDICION Y REPORTE</b>				
<p>Frecuencia de Medición Mensual          Reporte Mensual          Responsable Gerente de Ventas</p>				
<b>7. USUARIOS</b>				
Gerente General, Gerente Ventas, Gerente de Operaciones, Jefe de Planeamiento				

Fuente: elaboración propia



## 2.3 Establecer un Plan de Capacitación

### **i. Capacitación al Personal Involucrado**

La capacitación se realizará dentro de la empresa, en la sala de reuniones, con una periodicidad semanal, los días miércoles a las 7:30 am, antes de iniciar las labores, y tendrá una duración de 1.5 horas. Se desarrollarán 2 temas: las 5S y la Estandarización. Se intercalará cada semana el desarrollo de cada tema.

Con relación a la implementación de las 5S, esta se llevará a cabo a través de la presentación de diapositivas con fotos que permitan al personal identificar visualmente en que consiste la metodología, donde están las oportunidades de mejora de la empresa y que es lo que se espera lograr (meta). La presentación de la diapositiva durará 45 minutos.

Durante los 45 minutos restantes, se formarán grupos de trabajo con el personal que está siendo capacitado, para generar diálogo y participación de este. El personal deberá identificar oportunidades de mejora dentro del área en la que trabaja, así como la posible solución en base a la metodología de las 5S.

Para el caso de la estandarización, se iniciará la capacitación explicando al personal en que consiste la estandarización y que herramientas de ingeniería industrial ayudarán en la implementación de esta. Se explicará teóricamente que es un Diagrama de Flujo, un Diagrama de Operaciones, así como a simbología en cada caso.

Posteriormente, se presentarán los manuales elaborados para cada proceso de manufactura. Se explicará a detalle todo el manual, desde los objetivos generales hasta el glosario.

Finalmente, se capacitará respecto a los indicadores, como se obtienen, para que sirven, como se deben utilizar.



En este caso, la explicación también se realizará a través de diapositivas y durará 1 hora, con actividades que le permitan reforzar al personal la información recibida.

En la siguiente media hora, se tomará una evaluación (para marcar), a fin de evaluar el nivel de entendimiento del personal.

En la siguiente sesión, en la primera media hora se revisará la evaluación y se reforzarán aquellos criterios que requieran, en base a los resultados de la evaluación.

La capacitación la llevará a cabo el Jefe de Mejora en coordinación con el Ingeniero de Procesos.

### **3. Verificar**

#### 3.1 Evaluación de resultados de los indicadores

El Gerente de Operaciones será el responsable de revisar los indicadores establecidos en las etapas previas.

##### *Indicador de Cumplimiento de las HH estimadas*

##### **Comparación de HH estimadas vs Real**

Este indicador debe revisarse cada semana. Se espera que las HH estimadas se encuentren dentro del +/- 10% de las HH reales.

##### *Indicador de Cumplimiento de Variabilidad*



#### Comparación de % Variabilidad – Progreso

Este indicador debe revisarse cada tres meses. Se espera que la variabilidad de horas de fabricación de un mismo producto se sitúe debajo del 10%.

#### *Indicador de Cumplimiento de Cotizaciones*

##### Cumplimiento de Entrega de Cotizaciones

Este indicador debe revisarse cada mes. Se espera cumplir en un 90% con los tiempos de entrega de las cotizaciones al Cliente.

Se establecen tres (03) tipos de Cotizaciones:

- Tipo A : Montos  $X < \$5000$  - Plazo: 2 días
- Tipo B : Montos  $\$5000 < X < \$50000$  - Plazo: 4 días
- Tipo C : Montos  $X > \$50000$  - Plazo: 6 días

#### **4. IV. Actuar**

##### 4.1 Replanteo de indicadores

Se plantea que la implementación de la metodología se realice en 6 meses. Al finalizar los 6 meses, se revisarán de forma global los resultados periódicos de cada uno de los indicadores, para verificar si se cumplieron o no las metas propuestas. En base a los resultados, el Gerente de Operaciones planteará nuevas metas, en coordinación con la Gerencia General.



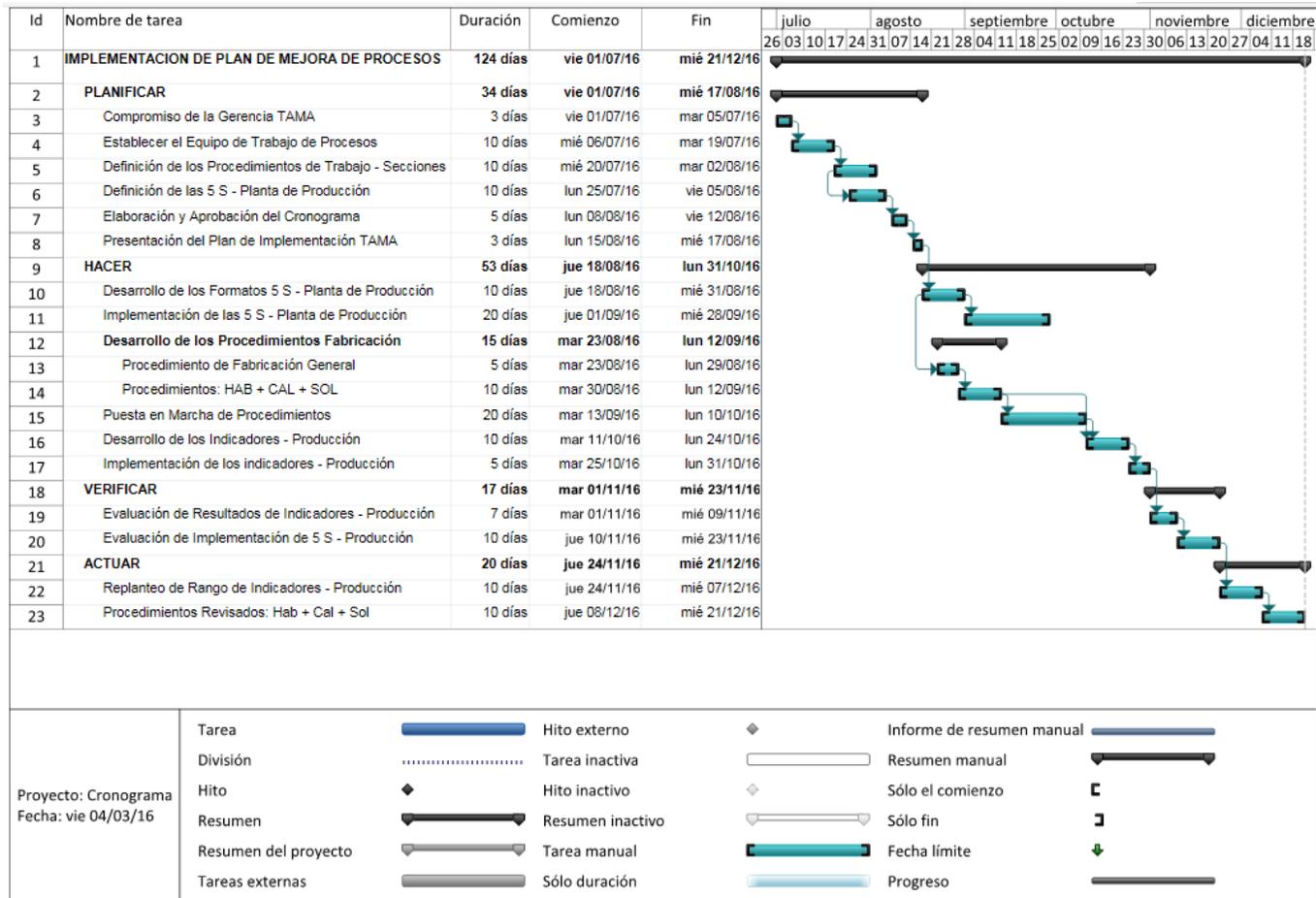
#### 4.2 Procedimientos revisados

Al finalizar el proceso de implementación, se revisará si el procedimiento estandarizado requiere ser mejorado y se actualizarán los manuales en base a los resultados de este análisis.

### 3.4 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Figura No. 37

Cronograma de implementación de la metodología Kaizen



## CONCLUSIONES

1. Si bien es cierto, la ingeniería industrial, proporciona una gama de herramientas para aplicar en las empresas productivas, como es el caso de Tama Ingenieros S.A.C., se debe tener seleccionadas adecuadamente la utilización de estas, de modo sistemático, secuencial y ordenado, de modo que contribuyan a conseguir el objetivo principal del proyecto. En este caso en particular, se optó por una metodología como el Kaizen, que más allá de buscar la mejora continua, propone un cambio sistemático en cada uno de los operarios, lo que se traduce en un cambio en la cultura de la empresa.
2. A fin de que la metodología propuesta se aplique de manera real, la capacitación del personal juega un papel importante, pues es el personal quien debe realizar todas las tareas para que la metodología sea efectiva. Por ello, es importante cumplir con el plan de capacitación y con las evaluaciones al personal, de manera continua.
3. Como muchos autores indican, no se puede mejorar lo que no se puede medir, he ahí la importancia de establecer indicadores dentro de la empresa. Los indicadores propuestos permitirán a la empresa iniciar su camino en la búsqueda de la mejora continua.



## CAPITULO 4: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

### 4.1 EVALUACIÓN ECONÓMICA-FINANCIERA

#### a. Costo de la Implementación de la Propuesta de Solución

Crecimiento Anual de Ventas x Gestión propia de Empresa	0%
Incremento de Ventas por Proyecto	5%

Tasa de Impuesto a la Renta	28,00%		
Costos Adm x Año	46.857,14	Incremento anual	5%
Inversión Inicial	53.571,43		
Costo Equipos - Implementación	2.857,14	Depreciación	5 años

	S/.	US\$
Costo Jefe x año	6.000,00	108.000,00
Costo Ing x Año	5.000,00	90.000,00
Costo Aux x Año	3.000,00	54.000,00
Costo 3 Operarios x Año	4.500,00	81.000,00
Costo Utiles Oficina x año		10.000,00
Costo Materiales Planta x año		10.000,00
Costo Laptops + Impresora (1 vez - Implementacion)		10.000,00
Costo Materiales Planta (1 vez - Implementacion)		10.000,00
Costo Materiles Oficina (1 vez - Implementacion)		1.000,00
Inversión Inicial (Jefe/2+Ing/2+Aux/2+Util Ofi / 2 + Laptops + mat Planta + Mat Ofi )		53.571,43
Costo Adm x año (Ing + Aux + Utiles Oficina)		46.857,14

El equipo para la implementación se considera externo, por tal razón se ha considerado reclutamiento de personal con sueldos de acuerdo al mercado de consultorías.

La implementación se plantea ejecutarla en un periodo de 6 meses.



b. Flujo de Fondo Económico del Proyecto de Implementación

	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018
<b>Año</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Ventas Anuales de la Compañía		3.309.345,00	3.309.345,00	3.309.345,00
Incremento Ventas 10%		3.474.812,25	3.474.812,25	3.474.812,25
(Costo Ventas - Margen de Venta 20%)		2.779.849,80	2.779.849,80	2.779.849,80
<b>Mano de Obra 40%</b>		<b>1.111.939,92</b>	<b>1.111.939,92</b>	<b>1.111.939,92</b>
Ingresos por Reducción Mano Obra (10%)		111.193,99	111.193,99	111.193,99
<b>Año</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Ingresos Incrementales</b>		<b>111.193,99</b>	<b>111.193,99</b>	<b>111.193,99</b>
Costos Administrativos		-46.857,14	-49.200,00	-51.660,00
Depreciación		-571,43	-571,43	-571,43
<b>Utilidad Operativa</b>		<b>63.765,42</b>	<b>61.422,56</b>	<b>58.962,56</b>
Impuestos		-17.854,32	-17.198,32	-16.509,52
<b>Utilidad Neta</b>		<b>45.911,10</b>	<b>44.224,25</b>	<b>42.453,05</b>
Depreciación		571,43	571,43	571,43
Inversión Inicial	-53.571,43			
Flujo de Caja	-53.571,43	46.482,53	44.795,67	43.024,47
<b>VPN</b>	<b>34.312,36</b>			
<b>TIR Económica</b>	<b>66,17%</b>			
<b>COK</b>		25,00%	Costo de Oportunidad de Inversión	

La implementación se plantea ejecutarla en un periodo de 6 meses

Se ha elaborado un flujo económico para 3 años, donde se muestra que:

El proyecto es factible por los valores de VPN y TIR mostrado, en positivo para el VPN y una TIR mayor al valor del COK

La recuperación de la inversión se consigue al 2do año



## 4.2 ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Se ha realizado un proceso de modelación del proceso de fabricación en la planta de producción, para un equipo llamado Tambor Rotativo

Para la modelación se asume:

Equipo tambor rotativo: 450 hh fabricación

Capacidad de Planta: 20 tambores por mes

Software: Promodel

DESARROLLO DE PRODUCCION			HH	dias
1	Habilitado	4%	18	0.6
2	Conformado (Rol - Dbl)	7%	31.5	1.05
3	Mecanizado	3%	13.5	0.45
4	Calderería	60%	270	9
5	Soldadura	20%	90	3
6	Pintura	6%	27	0.9
TOTAL PROCESO		100%	450	15
Simulación			15 dias	
Equipo Tambor Rotativo			450 hh	
Capacidad de Planta : 20 Tambores / mes				

Servicios terceros considerados:

- Habilitado (cizalla – parcial)
- Conformado





MEJORADO11.MOD (Normal Run - All Reps)								
Name	Replication	Total Exits	Current Qty In Syst...	Avg Time In System (HR)	Avg Time In Move Logic (...)	Avg Time Waiting (HR)	Avg Time In Operation (HR)	Avg Time Blocked (HR)
TAMBOR ROTATIVO	1	20.00	0.00	459.22	28.79	49.07	331.99	49.38
TAMBOR ROTATIVO	2	20.00	0.00	424.53	28.86	18.37	331.81	45.49
TAMBOR ROTATIVO	3	20.00	0.00	399.78	28.62	16.98	326.41	27.78
TAMBOR ROTATIVO	4	20.00	0.00	442.08	28.61	30.71	331.45	51.31
TAMBOR ROTATIVO	5	20.00	0.00	452.72	29.03	37.96	330.73	55.00
TAMBOR ROTATIVO	6	20.00	0.00	390.49	28.76	6.38	328.03	27.31
TAMBOR ROTATIVO	7	20.00	0.00	450.16	28.62	34.04	333.07	54.42
TAMBOR ROTATIVO	8	20.00	0.00	548.17	28.93	137.62	329.29	52.33
TAMBOR ROTATIVO	9	20.00	0.00	449.64	28.82	33.24	333.79	53.80
TAMBOR ROTATIVO	10	20.00	0.00	458.34	28.59	59.78	329.47	40.50
TAMBOR ROTATIVO	11	20.00	0.00	411.77	28.91	16.19	331.99	34.68
TAMBOR ROTATIVO	12	20.00	0.00	456.15	28.68	46.68	330.55	50.25



## CONCLUSIONES

1. El análisis realizado con este trabajo nos ha permitido identificar oportunidades de mejora importantes, que inciden directamente en los costos de la empresa, los cuales, al ser atendidos, pueden generar ahorros importantes para la compañía así como mayores ingresos.
2. La aplicación del Kaizen en la empresa es el inicio para generar una cultura de mejora continua dentro de la empresa. Para el presente trabajo, se ha considerado el principio básico del Kaizen, con la aplicación de las 5S y la estandarización. Posteriormente, y una vez que esta metodología ya está implementada y en funcionamiento en la empresa, se deberán aplicar otras herramientas que permitan continuar con el proceso de eliminación del muda y la estandarización.
3. El análisis de costos nos muestra que la implementación del Kaizen es una herramienta que no genera muchos gastos en su implementación, pero si es aplicado hasta el final, promete un importante ahorro en los costos de producción y una mayor eficiencia en los procesos, logrando de este modo los objetivos propuestos.
4. Sin un Plan de Capacitación adecuado que permita al personal no sólo entender la metodología sino comprometerse con su implementación, no será posible lograr los objetivos esperados.



5. La implementación de la mejora de procesos propuesta debe ser realizada por un grupo externo, por conocimiento de técnicas en ingeniería industrial y este grupo debe reportar a la gerencia de operaciones, a fin de garantizar su independencia en sus actividades.
  
6. La Cía. debe delimitar las áreas de trabajo y el personal específico para los dos tipos de procesos de manufactura que se han presentado: por trabajo y por lotes pequeños.



## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda separar la fabricación de los productos repetitivos de los demás productos. La zona de producción cuenta con el espacio suficiente para realizar esta separación, siempre que se ordene adecuadamente el espacio, a través de la implementación de las 5S. Además, se debe contar también con un equipo de trabajo especializado que se dedique exclusivamente a la fabricación de estos productos.
2. La empresa tiene un nivel muy bajo de automatización. Se recomienda, a mediano plazo, invertir en tecnología que le permita a la empresa agilizar y automatizar sus procedimientos de producción, lo cual complementará las mejoras propuestas en este trabajo, para mejorar la productividad de la empresa, dando prioridad a la adquisición de equipos que le permitan traer a la planta las etapas de producción que actualmente se tercerizan.
3. Se recomienda a la empresa continuar con la estandarización de sus procesos de fabricación de productos repetitivos, elaborando los Diagramas de Proceso para cada una de los 189 productos estándar, dando prioridad a aquellos que se elaboran con mayor frecuencia.
4. Se recomienda a la empresa replicar lo actuado en el área de producción, en todas las áreas, de modo que la mejora sea integral y se dé un verdadero cambio cultural dentro de la empresa que les permite lograr sus objetivos estratégicos.



5. Se recomienda, que luego de la implementación, continúen las labores del Ingeniero de Procesos y Auxiliar, bajo el mando del Jefe de Producción, a fin de que se continúe con las labores de “aseguramiento de la implementación” con el propósito de lograr un cambio en la “cultura de producción de Tama Ings” hacia el sostenimiento de la filosofía Kaizen.
  
6. Se recomienda realizar un estudio de Distribución de Planta a fin de continuar con las mejoras en producción.



## BIBLIOGRAFIA

Atehortua, Y. A., & Restrepo, J. (s.f.). Kaizen: un caso de estudio. Recuperado el 23 de febrero de 2016, de <http://200.21.217.140/index.php/revistaciencia/article/viewFile/335/209>

BONILLA, Elsie y otros (2014) Mejora continua de los procesos Herramientas y técnicas, 1era ed. Lima: Fondo Editorial Universidad de Lima.

COLLIER, David y EVANS James (2009) Administración de operaciones Bienes, servicios y cadenas de valor, 2da.ed. México D.F.: Cengage Learning.

CRUELLES, José Agustin (2013) Ingeniería Industrial. Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua, 1era ed. México D.F.: Alfaomega Grupo Editor.

FREIVALDS, Andris y NIEBEL, Benjamin (2014) Ingeniería industrial de Niebel Métodos, estándares y diseño del trabajo, 13ra.ed. México D.F.: McGraw-Hill.

GUTIERREZ, Pulido Humberto (2010) Calidad total y productividad, 3ra.ed. México D.F.: McGraw-Hill.

Imai, M. (1995). Kaizen La clave de la ventaja competitiva japonesa. Mexico D.F.: Compañía Editorial Continental S.A. de C.V.



Imai, M. (1998). *Como implementar el Kaizen en el sitio de trabajo (Gemba)*. McGraw-Hill Interamericana de España, S.A.U.

KRAJEWSKI, Lee y otros (2013) *Administración de operaciones, Procesos y cadena de suministro*, 10ª.ed. México D.F.: Pearson.

Martinez, R., & Fernández, A. (s.f.). *METODOLOGIAS E INSTRUMENTOS PARA LA FORMULACIÓN, EVALUACIÓN Y MONITOREO DE PROGRAMAS SOCIALES*. Recuperado el 23 de febrero de 2016, de ARBOL DE PROBLEMA Y AREA DE INTERVENCIÓN:

<http://www.ceneinnova.com/eddyesanchez/archivos/instrumento/Arboldeproblemasyobjetivos.pdf>

PÉREZ, José Antonio (2010) *Gestión por procesos*, 4ta ed. Madrid: Esic Editorial.

SCHROEDER, Roger; MEYER GOLDSTEIN, Susan y RUNGTUSANATHAM, M. Johnny (2011) *Administración de operaciones Conceptos y casos contemporáneos*, 5ta. ed. México D.F.: McGraw-Hill.

SOCIEDAD NACIONAL DE INDUSTRIAS (SNI) (<http://www.sni.org.pe/>) Sitio web oficial de la SNI; contiene información sobre la SIN, reportes estadísticos y enlaces de interés (consulta: 18 de diciembre de 2015).

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT) (2011) *Introducción al estudio del trabajo* 4ta edición. México D.F.: Limusa.



Ortiz, C. (2006). All-out Kaizen A continuous improvement plan delivers change to the. *Industrial Engineers*, 30-34.

Suárez, M. F., Castillo, I., & Dávila, J. M. (2011). La aplicación del Kaizen en las organizaciones mexicanas. Un estudio empírico. *GCG Georgetown Universit - Universal*, 60-72.

Suárez-Barraza, M. F., & Dávila, J. M. (2009). *Encontrando al Kaizen: Un análisis teórico de la Mejora Continua*.

Vargas, H. (s.f.). *Manual de Implementación Programa 5S*. Recuperado el 22 de febrero de 2016, de Corporación Autónoma Regional de Santander: <http://www.eumed.net/coursecon/libreria/2004/5s/2.pdf>



# ANEXOS

## Anexo I: Modelo de Informe de Implementación Kaizen

	DEPARTAMENTO DE PRODUCCION
	INFORME DE IMPLEMENTACIÓN – METODOLOGIA KAIZEN
De: Jefe de Mejora	
Para: Jefe de Producción	
Fecha: 17 de marzo de 2016	
Asunto: Primer informe sobre el avance en la implementación de la metodología Kaizen	
Periodo: 01 marzo al 15 de marzo de 2016	
<b><u>Antecedentes</u></b>  (Indicar cuando se inició la implementación, cuál es la secuencia de implementación, el cronograma, las metas, los hitos, y toda información pertinente que brinde el marco general de la implementación)	
<b><u>Acciones Realizadas</u></b>  (Presentar en un Diagrama de Gantt la lista de acciones programadas y el avance de cada una de ellas y los recursos utilizados en cada caso. Detallar en texto las actividades realizadas en cada hito identificado previamente)	
<b><u>Lecciones aprendidas</u></b>  (Indicar cualquier desviación con respecto al cronograma, su causa y las acciones realizadas para encaminarlas y evitarlas a futuro, así como cualquier hallazgo encontrado durante la implementación de la metodología)	
<b><u>Conclusiones</u></b>  (Listar las conclusiones de la aplicación de la metodología en este primer periodo así como las actividades que se realizarán en el siguiente periodo).	



## Anexo II: Registro de Horas Hombre HH – Producción

	DEPARTAMENTO DE PRODUCCION
	REGISTRO DE HORAS HOMBRE HH - PRODUCCION

A) Formato de registro diario de horas hombre (HH)

Para secciones de producción (un formato para cada sección)

Día: xx/yy/zz	Código del Operario	Sección (correspondiente) Habilitado: HAB Calderería: CAL Soldadura: SOL	Orden de Trabajo OT	Horas Hombre HH (En la OT)
1				
2				
3				
4				

Ejemplo: Sección Calderería

Día: 20/03/16	Código del Operario	Sección (correspondiente) Habilitado: HAB Calderería: CAL Soldadura: SOL	Orden de Trabajo OT	Horas Hombre HH en el día (En la OT)
1	00123	CAL	OT-43567	4



2	00131	CAL	OT-43567	10
3	00142	CAL	OT-40789	6
4	00020	CAL	OT-42508	8

**Ejemplo: Sección Soldadura**

Día: 20/03/16	Código del Operario	Sección (correspondiente) Habilitado: HAB Calderería: CAL Soldadura: SOL	Orden de Trabajo OT	Horas Hombre HH en el día (En la OT)
1	00134	SOL	OT-43567	9
2	00122	SOL	OT-40444	4
3	00156	SOL	OT-40789	9
4	00201	SOL	OT-42333	3

**B) Formato de registro de total de HH al cierre (fin) de las ordenes de trabajo (OT)**

	Orden de Trabajo OT	Sección Habilitado HAB (HH)	Sección Habilitado CAL (HH)	Sección Habilitado SOL (HH)	TOTAL HH (Al cierre)
1	OT-43567	12	80	25	117
2	OT-43567	4	60	18	82
3	OT-40789	24	240	64	328
4	OT-42508	42	940	280	1262

Al final (cierre) de la fabricación de las órdenes de trabajo se obtienen las horas hombre (HH) reales consumidas en la fabricación.



## Anexo III: Procedimiento de Elaboración DOP – Producción

	DEPARTAMENTO DE PRODUCCION			
	PROCEDIMIENTO DE ELABORACION DOP - PRODUCCION			
Preparado Por:			Nro. Documento	T-001-005-004-0
Revisado Por:			Fecha Emisión	
Aprobado Por			Última Revisión	

### OBJETIVO

Establecer las actividades para la elaboración del Diagrama de Operaciones DOP de Producción para las Órdenes de Trabajo (Orden de fabricación)

### ALCANCE

El siguiente procedimiento será aplicado para el desarrollo de las órdenes de trabajo que se desarrollen al interior de la Planta de Producción.

El alcance comprende la estimación de las HH para las siguientes actividades de Producción:

- Habilitado
- Conformado (SVT)
- Mecánica (SVT)
- Calderería
- Soldadura
- Acabados y Pintura (SVT)

También se contemplan los Controles de Control de Calidad



## DEFINICIONES

DOP – Orden de Trabajo: Diagrama de Operaciones de Fabricación. Se elabora para cada orden de trabajo y contiene las operaciones / actividades, controles y SVT requeridas para una fabricación. Contiene información de HH requeridas para cada operación / actividad, materiales y consumibles principales.

Es la ruta de fabricación que debe seguir un equipo, pieza o suministro, de planta.

En el diagrama de operaciones se colocan todos los centros o secciones por donde “viajarán” los distintos componentes de los equipos, en despiece, en semiensamble y en ensamble o armado general.

Todas las operaciones están identificadas y enlazadas gráficamente.

Los tiempos de fabricación están colocados en cada operación y en cada centro o sección.

HH: Horas hombre de trabajo.

Habilitado: Zona donde se habilitan los materiales mediante procesos de oxicorte o plasma

Calderería (Armado): Zona donde se procede con el armado, con soldadura de apuntalamiento, de los sectores de planchas cortadas, perfiles y demás elementos habilitados. En esta zona los operarios se les conoce con el nombre de caldereros

Soldadura: Zona donde se procede con los procesos de soldadura en flujo continuo (la que se emplea en calderería es una soldadura de apuntalamiento - puntos)

Orden de Trabajo: Orden de fabricación para un cliente externo con un número de serie que empieza con la letra T, por ejemplo. T-900123

Orden Interna: Orden de fabricación de un utillaje, machina, o algún equipo de propiedad de la compañía, es decir, para uso interno. Se identifica por la letra S, por ejemplo: S-67856

Orden de Mantenimiento: Orden de fabricación para una parte o repuesto de alguna máquina de propiedad de la compañía o para alguna operación requerida de mantenimiento. Se identifica por la letra M y un número, por ejemplo: M3-0123

Supervisores de Área: Personas encargada de las operaciones ejecutas en las secciones de la Planta de Producción: Habilitado, Calderería y Soldadura

Jefe de Planta: Persona encargada de la gestión de las operaciones de todas las secciones de la planta de



producción.

#### FORMATO DEL DOP

El formato constituye la representación gráfica de los distintos procesos que constituirán la fabricación de un equipo: ensamble o semi-ensamble.

El Dop contiene:

Título: Nombre del Equipo, ensamble o subensamble a construir.

Tag del Equipo: Denominación del Equipo

Operaciones de Proceso

Cuadro de Horas: Contiene el proceso y las horas a emplearse

Operaciones de servicio de terceros

Operaciones de Control

Resumen de horas totales

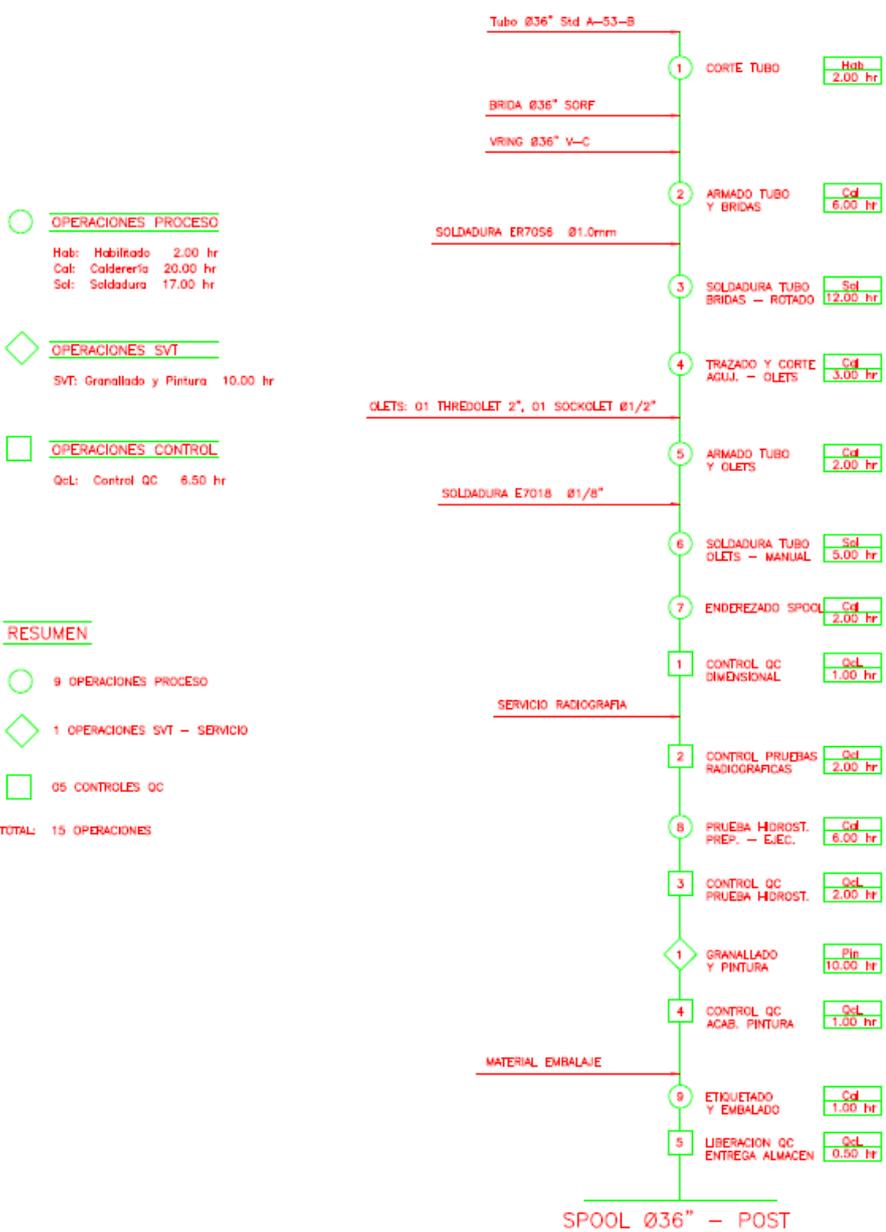
Resumen de operaciones totales



DOP – PRODUCCION

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO PARA LA FABRICACION COMPLETA DE UN SPOOL

SPOOL Ø36" – MK-33SLC00101





#### PROCESO DE ELABORACION DEL DOP

Luego de un estudio para en la compañía, de los diferentes departamentos y flujo de trabajo, se han definido los siguientes pasos para la elaboración del DOP:

Las reuniones para la creación de órdenes, que definirán la fabricación de los equipos, deber ser programadas teniendo horario fijo en la semana, el cual debe estar programado.

El desglosamiento, de acuerdo con las órdenes de fabricación, debe ser realizado por el departamento de ingeniería, esta operación debe estar contemplada en el Planeamiento de Ingeniería.

Debe mostrarse la distribución de hh por sección para cada orden de fabricación

El cálculo de las hh por sección deben ser realizados por los ingenieros de proceso del Grupo de Mejora. Si se requieren realizar consultas, deben ser realizadas al supervisor de la sección respectiva. Pero la responsabilidad debe ser del Grupo de Mejora.

El DOP debe ser aprobado por el Grupo de Mejora

Los ingenieros del Grupo de Mejora, ante de “enviar” las hh a Ingeniería (para el lanzamiento de la orden) deben verificar que el costo de la mano de obra (hh) no exceda el presupuesto.

Si la orden esta por encima del presupuesto, el Grupo de Mejora, debe realizar una revisión o sustentar el sobre costo, aprobado por el Gerente de Producción.

Se debe realizar el análisis de algún requerimiento adicional de maquinas y/o herramientas que se puedan requerir en los procesos de fabricación.

Cuando se tienen establecidos los ratios de fabricación, el cálculo de las horas hombre para cada proceso o centro de trabajo se calcula del siguiente modo:

$\text{Peso (TM)} \times \text{Ratio de proceso (HH/TM)} = \text{HH del proceso}$

Ejemplo: Si se tiene un chute de 6000 kg y el ratio de soldadura, usado en el taller es de 30 HH/TM, el tiempo necesario para la soldadura del chute será:

$6 \text{ TM} * 30 \text{ HH/TM} = 180 \text{ HH}$  para soldadura

Del mismo modo para cada proceso.



Cuando no se tienen los ratios establecidos se tendrá que recurrir a una estimación basada de trabajos similares y a reuniones consulta.

Cuando se presente un trabajo ya realizado anteriormente con un DOP, se podrá utilizar el mismo DOP, con una revisión sólo del Grupo de Mejora, con la finalidad de evitar repetir errores anteriores.

Si se tienen equipos con frecuencia significativa, los DOP's deben convertirse en estándares y deben estar ingresados en el sistema para un lanzamiento de orden en automática, sin consultas. Los DOP's estándares deben evaluarse anualmente.