



**Corporación Aceros Arequipa S.A.**

**Gestión de Proyectos de Mejora, Área Técnica**

**Proyecto: “Reducir la variación de peso en la palanquilla”**

**Círculo de Control de Calidad “Innovación”**

## INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A. nace en el año 1964, en la ciudad de Arequipa (Planta número 1), con razón social Aceros Arequipa S.A. En 1982 pone en marcha la planta de Pisco (Planta número 2) y el 31 de Diciembre de 1997 se fusiona con la empresa Aceros Calibrados S.A. dando origen a la Corporación Aceros Arequipa S.A. (C.A.A.S.A.).

Actualmente la empresa se dedica a la fabricación de Hierro Esponja, palanquillas de acero, barras helicoidales, alambrón de construcción y aceros calibrados en sus plantas de Pisco y a la fabricación de barras de construcción, perfiles y platinas en sus plantas de Pisco y Arequipa. Teniendo una capacidad de 550,000 toneladas de productos terminados al año.

En Lima, Corporación Aceros Arequipa cuenta con oficinas administrativas, así como almacenes para la distribución de los productos antes mencionados así como la comercialización de planchas y bobinas laminadas en frío (LAF), laminadas en caliente (LAC) y Zincadas, además de clavos, alambres recocidos y abrasivos.

El proyecto que en esta oportunidad se presenta ha sido realizado en las instalaciones de la planta de Pisco (Kilometro 241 de la carretera Panamericana Sur), planta que tiene como número telefónico el (056) 53 – 2967 y número de fax el (056) 53 – 2971.

El número de RUC de C.A.A.S.A. es 20370146994 y el código de actividad económica N°2710, según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de las Naciones Unidas.

En esta oportunidad estamos postulando a la categoría GESTIÓN DE PROYECTOS DE MEJORA TÉCNICA, con el “**REDUCIR LA VARIACIÓN DE PESO EN LA PALANQUILLA**” desarrollado por el Círculo de Control de Calidad “INNOVACIÓN” del departamento de Acería de la planta de Pisco.

Actualmente en la Compañía laboran 946 personas y la distribución es 190 personas en la planta de Arequipa, 624 en la de Pisco y 132 en la ciudad de Lima, aproximadamente el 35% de este personal labora en las áreas administrativas.

Los principales productos con los que cuenta Corporación Aceros Arequipa S.A. son:

- ? Barras de Construcción
- ? Perfiles
- ? Alambrón (para construcción y trefilería)
- ? Planchas y bobinas laminadas en frío y en caliente
- ? Acero Calibrado
- ? Clavos
- ? Pernos de Fortificación
- ? Abrasivos

Los mercados a los que se orientan los productos de Aceros Arequipa son el mercado de la construcción tanto en Bolivia como Perú, el mercado metal - mecánico y así como el mercado minero.

Corporación Aceros Arequipa S.A., conjuntamente con la Empresa Siderúrgica del Perú S.A. – Siderperú S.A., constituyen las dos únicas empresas representantes de la industria siderúrgica del país. Ambas empresas comparten el abastecimiento al mercado nacional de barras y alambrón de construcción, siendo Corporación Aceros

Arequipa S.A. el principal suministrador de perfiles de acero y en lo relativo a productos planos nuestra empresa sólo atiende alrededor del 15% de este mercado.

Los principales clientes de la corporación son:

- ? Productos de Acero CASSADO (PRODAC)
- ? Constructores Interamericanos SA
- ? J.J. Camet
- ? H y V
- ? Graña y Montero
- ? Constructora Sagitario

Los principales proveedores de Corporación Aceros Arequipa S.A. son:

- ? Enrique Ferreyros S.A.
- ? Danielli - Italia
- ? Carbocol
- ? SGL
- ? UVISCO
- ? Compañía minera Shougang
- ? Maruveni - Japón

La empresa que realiza la auditoría financiera es la compañía Ernst & Young Group a través de Medina, Zaldívar, Paredes & Asociados Sociedad Civil.

Es posible apreciar mayor información relativa a Corporación Aceros Arequipa en la página web: [www.acerosarequipa.com](http://www.acerosarequipa.com)

La persona de contacto es el Ing. Luis Bedoya Jimenez como Coordinador Corporativo de Calidad Total y representante de la dirección para la certificación ISO 9001 de la planta de Pisco.

Termino de Aceptación:

Declaramos que conocemos las Bases del Reconocimiento a la Gestión de Proyectos de Mejora, correspondiente al año 2007 y al presentar nuestra postulación nos sometemos a ellas de manera irrevocable. Asimismo aceptamos el carácter inapelable de las decisiones del Consejo Evaluador.

Entendemos que esta postulación será revisada por los miembros del Jurado Evaluador.

Si nuestra organización fuera seleccionada para ser visitada, aceptamos recibir dicha visita y otorgar facilidades para que los evaluadores realicen una evaluación prolija e imparcial.

Aceptamos pagar las cuotas y los gastos que nos corresponden con arreglo a lo estipulado en las Bases.

Si nuestra organización resultara ganadora aceptamos compartir información con otras organizaciones en la forma establecida en las Bases.

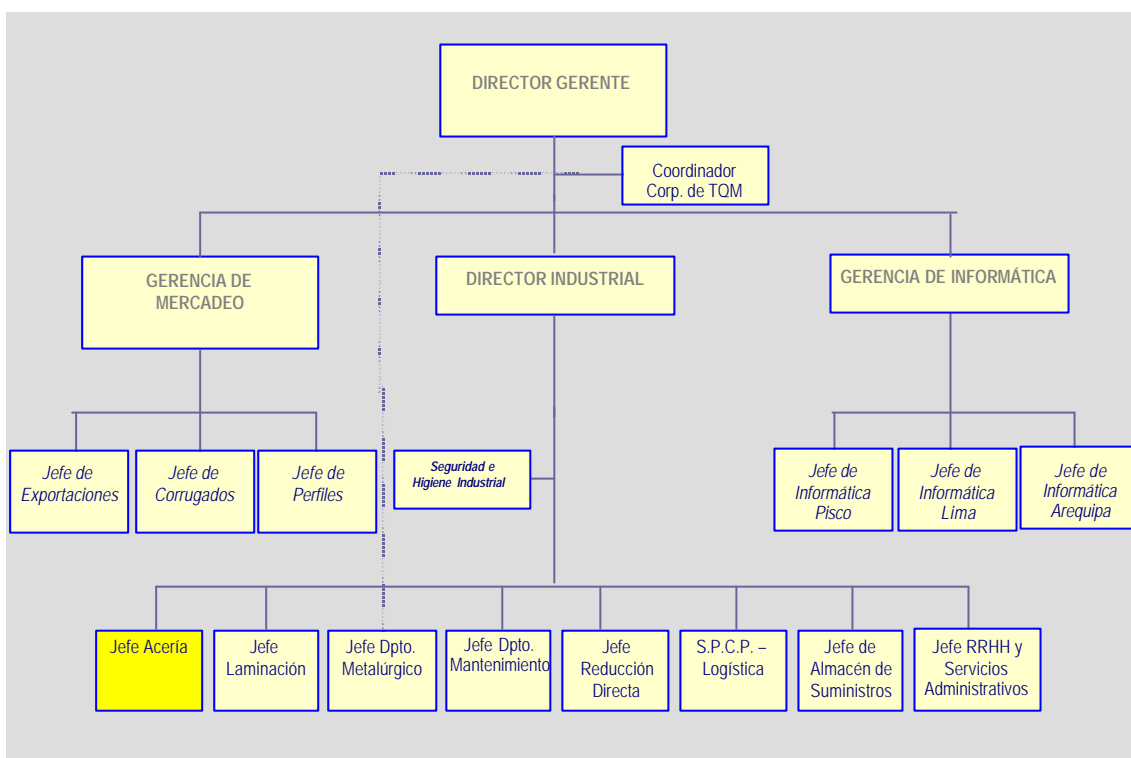
---

Ing. Luis Bedoya Jimenez  
Coordinador Corporativo de T.Q.M.

# ORGANIGRAMA

## CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A.

### SEDE N° 2 - Planta Pisco



Los integrantes del equipo de mejora pertenecen al departamento de Mantenimiento - (área sombreada)

## INDICE

1. Liderazgo y compromiso de la alta dirección.....	1
1.1. Organización de soporte para promover el trabajo en equipo.....	1
1.2. Facilidades otorgadas a los equipos de proyecto de mejora.....	2
1.3. Apoyo de la Alta Dirección en la implementación de las propuestas de solución .....	2
1.4. Reconocimiento a los equipos de proyectos de mejora.....	3
2. Identificación y selección del problema .....	3
2.1. Análisis de la estrategia de la organización y de oportunidades de mejora: .....	3
2.2. Impacto en los resultados de la organización y definición del proyecto:.....	4
3. Método de solución de problemas y herramientas de la calidad:.....	7
3.1. Método de solución de problemas:.....	7
3.2. Recolección y análisis de la información:.....	9
3.3. Herramientas de la calidad:.....	23
3.4. Concordancia entre el método y las herramientas: .....	24
4. Gestión del proyecto y trabajo en equipo .....	24
4.1. Criterios para la conformación del equipo de proyecto.....	24
4.2. Planificación del proyecto:.....	25
4.3. Gestión del tiempo: .....	33
4.4. Gestión de la relación con personas y áreas claves de la organización: .....	33
4.5. Documentación:.....	34
5. Capacitación.....	34
5.1. Programa de capacitación del equipo: .....	34
5.2. Impacto en las actividades de capacitación: .....	35
6. Creatividad .....	36
6.1. Habilidad para encontrar soluciones de bajo costo y alto impacto:.....	36
6.2. Originalidad de la solución planteada: .....	39
7. Continuidad y mejora de los resultados.....	39
7.1. Continuidad y mejora de los resultados:.....	39
8. Resultados .....	40
8.1. Resultados de orientación hacia el cliente interno.....	40
8.2. Resultados financieros.....	41
8.3. Resultados de la eficiencia organizacional:.....	46

## RESPUESTAS A LOS CRITERIOS Y SUBCRITERIOS

### 1. Liderazgo y compromiso de la alta dirección

#### 1.1. Organización de soporte para promover el trabajo en equipo

La Alta Dirección de Corporación Aceros Arequipa S.A. (CAASA) mantiene un enfoque sistemático para apoyar el desarrollo de los proyectos de mejora y en general para fomentar la participación de todos los trabajadores en la búsqueda de la mejora continua de la empresa. Desde hace 15 años se ha formado un Comité Ejecutivo de la Calidad, que se reúne mensualmente y que su principal misión es la de analizar el desarrollo del programa de Calidad Total dentro de la organización. Este Comité está presidido por el Director Industrial (D.I.) y cuenta con la participación de 11 miembros de diversas áreas de la empresa, tanto áreas de producción como de administración. Cabe destacar que dos veces al año, este comité es presidido por el Presidente Ejecutivo (P.E.), máxima autoridad en C.A.A.S.A., para revisar el desempeño de todo el Sistema de Gestión de Calidad en toda la organización con la participación de las diferentes gerencias de la corporación.

Estas reuniones del Comité de Calidad son organizadas por el departamento de Calidad Total, departamento al que le han sido delegada, por el P.E., la responsabilidad de fomentar el trabajo en equipo y asesorar a los equipos de mejora continua, así como administrar el programa de sugerencias, la certificación ISO 9001:2000 e implementar las normas ISO 14001 y OHSAS 18001 y también el programa de Mantenimiento Productivo Total en la planta de Pisco

Anualmente, desde hace ya 15 años, se llevan a cabo 3 Jornadas de Avance, momentos en los cuales los equipos de mejora presentan los avances de sus proyectos a todos los miembros de la compañía y estos proyectos son evaluados para identificar las mejoras potenciales a los proyectos, así como la capacitación y la asignación de los recursos necesarios. De igual forma, todos los años desde 1993 se realizan una reunión anual llamada Encuentro Interno donde cada equipo de mejora presenta su proyecto y se premian a los mejores. A todas estas reuniones asisten las máximas autoridades de la empresa y son ellos los que personalmente premian a los equipos de mejora. La evaluación de los proyectos de mejora se realiza siguiendo un procedimiento documentado PPTQ010TQ "Procedimiento para el concurso de proyectos de mejora" bajo el Sistema ISO 9001:2000.

Este año se realiza el Decimoquinto Encuentro Interno de Grupos de Progreso y Círculos de Control de Calidad la última semana del mes de Mayo. En este evento se evaluaron 36 proyectos de mejora desarrollados por el personal de la corporación, tanto de las sedes de Lima como de Arequipa. Es importante resaltar que desde hace 7 años se viene desarrollando un evento similar en la ciudad de Arequipa que selecciona a los equipos que representarán a dicha planta en el evento central en Pisco y este año se ha creado una reunión anual también en la sede de Lima para identificar los mejores proyectos que representarán a la sede de Lima en el evento central.

## **1.2. Facilidades otorgadas a los equipos de proyecto de mejora**

El apoyo y respaldo que la alta dirección brinda a los proyectos de mejora se ve reflejado con la asignación de recursos para la ejecución de los proyectos y de igual manera con la masiva participación de los trabajadores en estos proyectos, actualmente contamos con 66 equipos de mejora a nivel corporativo, 42 equipos de mejora son de las sedes 2 y 4 (Pisco), 15 equipos de mejora de la sede 1 – Arequipa y 10 de la sede 3 - Lima.

Desde hace 16 años, C.A.A.S.A. cuenta con una infraestructura adecuada para la realización de este tipo de actividades, es importante resaltar que estas facilidades son mejoradas, en la medida de las posibilidades, año a año.

En principio se cuenta con una biblioteca que es administrada por el departamento de T.Q.M., la cual es actualizada constantemente y de igual manera es consultada por cualquier miembro de la organización.

Así mismo se cuenta con diversas salas de reuniones, prácticamente una por cada departamento de la compañía. Estas aulas están dotadas de carpetas unipersonales o mesas de reuniones que le permiten a los miembros de los equipos de mejora continua desarrollar su labor con comodidad.

En caso ser necesario apoyar al equipo con cámaras filmadoras o fotográficas, digitalización de fotografías o fotografías digitales, equipos audiovisuales u otros equipos, es el departamento de T.Q.M. quien hace las coordinaciones respectivas.

La asignación de útiles de escritorio, computadoras y otros materiales que necesite el equipo de mejora para el desarrollo de sus proyectos son asignados por el jefe del departamento al cual pertenecen. Adicionalmente al lado del departamento de TQM se cuenta con una sala con 6 computadoras que usarla cualquier miembro de un equipo de mejora cada vez que la necesiten.

Las inversiones que sean necesarias realizar para la ejecución de cada uno de los proyectos de la corporación son coordinadas entre el facilitador del equipo de mejora, el jefe de sección, jefe de departamento, el D. I. y si fuese el caso por el P.E. según corresponda.

## **1.3. Apoyo de la Alta Dirección en la implementación de las propuestas de solución**

La alta dirección de C.A.A.S.A. ha establecido en su Política de Calidad como uno de sus compromisos el:

“Promover y fomentar el desarrollo, el bienestar y la seguridad integral de nuestros compañeros de trabajo, así como reconocer sus logros y aportes”

Esta Política de Calidad está firmada por el Presidente Ejecutivo y del Director Gerente General, máximas autoridades dentro de nuestra organización. Para el cumplimiento de este compromiso en la planta de

Pisco, se coordinan reuniones entre el D.I. y las jefaturas de la planta lo que le permiten a todos los equipos de mejora con que cuenta la compañía acceder a los recursos necesarios para la ejecución de sus proyectos.

Todos los equipos de mejora presentan sus trabajos, a través de su facilitador, a su jefatura y entre ambos quienes sustentan las necesidades de cada proyecto ante el D.I. De esta forma se puede implementar los proyectos de todos los equipos de mejora y así fomentar la participación de mayor número de personas en equipos de mejora continua.

#### **1.4. Reconocimiento a los equipos de proyectos de mejora**

Desde que se formaron los equipos de mejora continua en C.A.A.S.A., se viene reconociendo los logros obtenidos por cada uno de ellos, pues esto es parte de nuestra Política de Calidad, tal como se detalló en el punto anterior.

Para el caso específico de los equipos de mejora la empresa tiene por política entregar premios a los tres mejores trabajos del año, estos premios son entregados en los Encuentros Internos, en estos eventos participan todos los equipos de mejora que tengan por lo menos un proyecto concluido en el último año y cada proyecto es evaluado siguiendo los criterios de la Metodología de Solución de Problemas utilizada.

Es importante destacar que en las Jornadas de Avance los mejores proyectos se hacen acreedores a premios siempre y cuando superen por lo menos el 75% del puntaje de cada evaluación.

Adicionalmente, los mejores proyectos son presentados al concurso anual que organiza el Comité de Gestión de Calidad "Premio a la Calidad" y ocasionalmente a los concursos que organiza la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) "Creatividad Empresarial" o al Congreso Anual de Mantenimiento que organiza el Instituto Peruano de Mantenimiento (IPEMAN). Todos los equipos ganadores de estos concursos reciben premios y representan a la empresa en diferentes eventos organizados por otras instituciones.

Es importante destacar que el Círculo de Control de Calidad Innovación ha sido merecedor del primer lugar en el Decimoquinto Encuentro Interno de Grupos de Progreso y Círculos de Control de Calidad de la empresa, motivo por el cual, se ha hecho acreedor a un significativo premio y a su vez la premiación de dicho evento se realizó frente a Directores, Gerentes, funcionarios y trabajadores de nuestra corporación.

## **2. Identificación y selección del problema**

### **2.1. Análisis de la estrategia de la organización y de oportunidades de mejora:**

Corporación Aceros Arequipa, una de las dos únicas empresas siderúrgicas del país, considera que desde el año 2004 el sector ha sufrido importantes cambios, principalmente por los grandes volúmenes de adquisición de materia prima que estuvo realizando China durante ese año, cómo consecuencia de estos volúmenes de compra, los costos de materia prima para la fabricación de acero en todo el mundo se vieron afectados y por

consiguiente el precio con el que se llega al cliente también sufrió un incremento considerable.

El año 2006 el mercado del acero ha tenido un crecimiento del 20% con relación al año anterior, con lo cual el mercado aparente llegó a 1.29 millones de toneladas de acero, de los cuales 533,700 fueron vendidas por CAASA. Para el presente año se estima que el mercado continuará creciendo, usualmente el crecimiento de la demanda del acero duplica al de la construcción. Y según la Cámara Peruana de la Construcción (Capeco), el crecimiento para este año será de 8%; por ende, CAASA considera que el sector siderúrgico crecerá 15% en el año 2007. Considerando que Chile tiene un mercado que supera los dos millones de toneladas, Argentina está en cuatro millones y Brasil en 18 millones, el crecimiento esperado de la demanda del presente año es conservador.

Un aspecto por destacar es que CAASA ha iniciado negociaciones con Pluspetrol para tener un buen precio del Gas Natural y hacer realidad su proyecto de hierro esponja (el gas natural es un componente primordial para obtener este producto) y poder obtener mejores ventajas para hacerle frente a la competencia.

Al igual que en años anteriores, en el que se puso énfasis tanto en el aumento de la productividad así como en la reducción de costos, se seguirá en la tarea de búsqueda de materias primas nacionales adecuadas, para ser incorporadas al proceso productivo. De la misma manera la mejora continua de la calidad de nuestros productos y en el servicio a nuestros clientes, así como la actualización tecnológica permanente en nuestras maquinarias y equipos, seguirán formando parte de los objetivos centrales, que la empresa espera cumplir durante el presente año.

Un aspecto relevante es el enfoque de todos los miembros de la organización en buscar la satisfacción de los clientes internos y externos, tal como lo indica la política de calidad de nuestra corporación. Motivo por el cual los diferentes Círculos de Control de Calidad siempre están buscando optimizar sus procesos con la finalidad de alcanzar los objetivos estratégicos de cada departamento y a su vez incrementar la satisfacción de sus clientes internos.

## **2.2. Impacto en los resultados de la organización y definición del proyecto:**

Para determinar la zona y el equipo en cual desarrollaremos nuestro proyecto de mejora se aplicó el siguiente procedimiento:

### *Actividad #1: Identificación del Problema:*

Se realizó una tormenta de ideas de los problemas más frecuentes en la colada continua, en la cual se mencionaron 12 problemas graves en nuestra sección. Utilizando la matriz de evaluación y considerando el criterio y la experiencia de los miembros del círculo, se seleccionaron 4 problemas. Por último, los problemas identificados fueron llevados a una segunda matriz de selección o factis, para determinar y seleccionar el problema a desarrollar.

**Cuadro: Tormenta De Ideas De Los Problemas Frecuente En La Maquina De Colada Continua.**

- 1.-Variación de peso en la palanquilla.
- 2.-Fallas en el control de nivel.
- 3.-Caida de presión de oxígeno.
- 4.-Acero remanente en cuchara.
- 5.-Deficiencias en las jaulas extractora.
- 6.-Deficiencias en el calentamiento de tundish.
- 7.-Excesivo tiempo en cambio de portalingotera en proceso.
- 8.-Excesivo tiempo en reenganche de línea.
- 9.-Variación de longitud en la sección de 100 x 100.
- 10.-Palanquillas con rebarba.
- 11.-Retrazo en el inicio de producción en coladas especiales.
- 12.-Deficiencia en el conteo de palanquillas.

**Cuadro: Matriz de Evaluación por Criterio De Experiencia de Los Integrante Del Circulo De Control De Calidad Innovación**

PROBLEMAS DE LA COLADA CONTINUA	V.L.	O.R.	J.V.	J.D.	A.S.	I.H.	Total	Prioridad
VARIACIÓN DE PESOS EN LAS PALANQUILLAS	2	8	2	9	4	1	26	1
FALLAS EN EL CONTROL DE NIVEL	1	7	9	10	5	9	41	9
CAIDA DE PRESION DEL OXIGENO	11	11	6	4	11	2	45	11
ACERO REMANENTE EN CUCHARA	9	10	1	11	1	4	36	4
DEFICIENCIAS EN LA JAULA EXTRACTORA	10	9	10	7	2	5	43	10
DEFICIENCIA EN EL CALENTADOR DE TUNDISH	4	4	1	8	3	7	35	5
EXCESIVO TIEMPO EN CAMBIO DE P.L. EN PROCESO	6	2	4	12	6	6	37	6
EXCESIVO TIEMPO EN REENGANCHE DE LÍNEA	5	3	8	1	8	10	35	3
VARIACION DE LONGITUD EN PALANQUILLAS DE 100X100 1020P3-1 NB	7	1	3	5	6	11	33	2
PALANQUILLAS CON REBABAS	8	5	7	3	9	8	40	7
RETRASO EN INICIO DE PROD. COLADAS ESPECIALES	3	6	5	2	12	12	40	8
DEFICIENCIA EN EL CONTEO DE PALANQUILLAS	12	12	12	6	11	3	56	12

(\*) Principales problemas resaltados en amarillo.

Cuadro: Matriz de Evaluación Factis

N #	PTJE	PRI	NOMBRE DE LOS PROBLEMAS A EVALUAR.
<b>VARIACIÓN DE PESOS EN LA PALANQUILLAS</b>			
2	47	3	ACERO REMANENTE EN CUCHARA.
3	47	2	EXCESIVO TIEMPO DE REEN GANCHE DE LINEA.
4	44	4	EXCESIVA VARIACION DE LONGITUD EN PALANQUILLAS DE 100 X 100.

CRITERIOS DE SELECCIÓN		P.F.
<b>F</b>	Facilidad para solucionarlo 1: Muy fácil 3: difícil 5: Fácil	<b>5</b>
<b>A</b>	Afecta a otras áreas su implementación 1: Sí 3: Algo 5: Nada	<b>3</b>
<b>C</b>	Mejora la calidad 1: Poco 3: Medio 5: Mucho	<b>2</b>
<b>T</b>	Tiempo que implica solucionarlo 1: L. Plazo 2: M. Plazo 3: C. Plazo	<b>3</b>
<b>I</b>	Requiere Inversión 1: Alta 3: Media 5: Poca	<b>4</b>
<b>S</b>	Mejora la seguridad industrial 1: Poco 3: Medio 5: Mucho	<b>3</b>

<i>EVALUACIÓN</i>							
PROB	F	A	C	T	I	S	TOTAL
1	15	15	10	6	20	9	75
2	15	9	2	6	12	3	47
3	15	3	2	6	12	9	47
4	5	9	6	3	12	9	44

En la matriz de selección resulto seleccionado el problema

**“VARIACIÓN DE PESO EN LA PALANQUILLA CON 75 PUNTOS”**

Actividad #2: Definición del Problema :

Debido a que una variación en el peso de la palanquilla que no se encuentre dentro del rango de tolerancia repercute en el producto final originando la producción en exceso de producto de segunda comercial (despuntos) y generación de mermas en la laminación, disminuyendo la productividad en dicha área, así como reclamos por parte de nuestro cliente interno, es que nuestro proyecto desarrollará un conjunto de implementaciones para tener controlado el peso de la palanquilla y otorgar un producto que se encuentre dentro de las tolerancia para los pesos de la palanquilla.

Actividad #3: Efectos Del Problema.-

Tenemos dos efectos principales, que se originan por la variación del peso en las palanquillas. En un primer caso nos da un a distorsión en los costos de las palanquillas por que la referencia del peso de la barra es solamente del peso que se toma de una barra por línea.

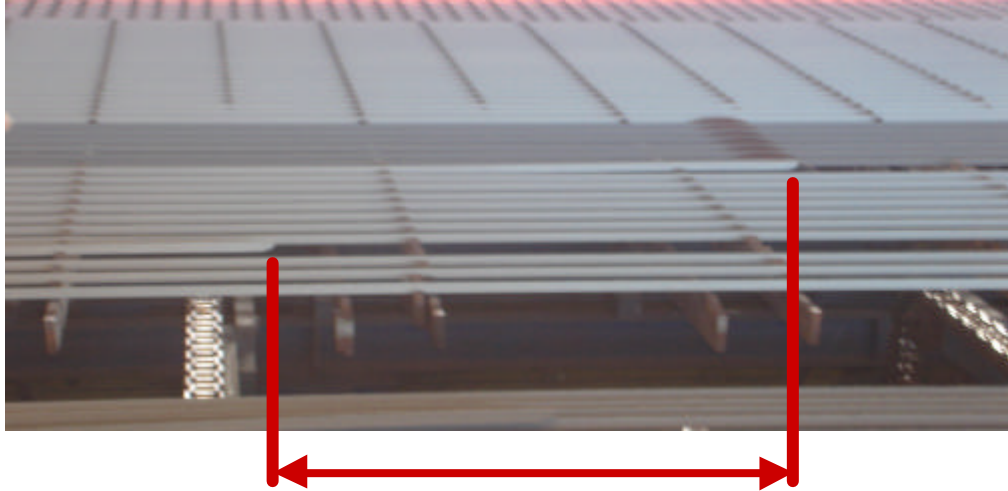
1. Costos variables de proceso.-

Costos variables de proceso, por rendimiento de producción distorsionado. Un rendimiento de producción no real distorsiona el costo de la palanquilla.

2. Efecto reclamo del cliente interno

Origina exceso de producto de segunda comercial. Un promedio 7 TN por día, es decir 3.5 paquetes menos.

Una diferencia en el último corte durante el proceso de Laminación Esto Produce Producto De Segunda Comercial.



Por lo expuesto el proyecto de mejora seleccionado es:

### “REDUCIR LA VARIACIÓN DEL PESO EN LA PALANQUILLA”

## 3. Método de solución de problemas y herramientas de la calidad:

### 3.1. Método de solución de problemas:

La metodología es estructurada y sistemática, consiste en la aplicación de 7 diferentes pasos para la solución de los problemas, estos pasos a continuación detallamos:

**1.- Definición del Problema:** La idea principal de este paso es identificar primero todos las oportunidades de mejora y los problemas que afectan la calidad de los productos, servicios o procesos, seguridad industrial, costo de producción, productividad de la mano de obra y prevención de errores y/o no conformidades. Si el equipo de trabajo es un Círculo de Control de Calidad son ellos quienes definen el trabajo a realizar y si es un Grupo de Progreso la definición del proyecto está a cargo del jefe del departamento al cual pertenecen. Una vez identificado el problema es necesario comprender los efectos que trae este para así poner los objetivos que se desea lograr. La parte más importante de todo el proyecto de mejora es definir correctamente el problema a solucionar, pues un problema bien definido, es un problema casi resuelto.

**2.- Colecta de Datos:** Es la búsqueda de la información requerida para los análisis del problema propuesto, la solución que se requiera dar al problema está dada por la profundidad de información que se recolecte.

**3.- Identificación de las posibles causas:** Es el análisis propiamente dicho del problema, es identificar las causas potenciales y determinar cuales causas son las que inciden con mayor grado en el problema.

**4.- Estudio de las posibles soluciones:** En esta etapa de la metodología es necesario una lista de las posibles soluciones que se tienen para cada uno de los inconvenientes encontrados, luego es necesario ir depurando esta lista de acuerdo a criterios establecidos por el mismo equipo de mejora, hasta seleccionar las mejores alternativas.

**5.- Aplicación de las mejoras:** Para poner en práctica la(s) solución(es) primero es necesario diseñar un plan de acción para la ejecución de las diversas actividades que se deben efectuar en la solución del problema, este plan de acción debe contener como mínimo a cada actividad un responsable y la fecha de ejecución de estas actividades, luego en la medida de lo posible se deberá elaborar un plan de contingencias y finalmente se ejecutarán las actividades según lo programado.

**6.- Evaluación de resultados:** En esta etapa se evalúan los resultados, tanto cualitativos como cuantitativos de las mejoras efectuadas por el equipo del proyecto.

**7.- Estandarización:** Es aquí donde se definen las actividades que se deben realizar para la que las mejoras ejecutadas en el proyecto sean difundidas según correspondan dentro de la organización, en muchos casos implica la modificación de documentación ISO 9001.

Aquí presentamos la aplicación de esta metodología realizada en el proyecto desarrollado por el círculo de control de calidad Innovación. En la realización del proyecto se siguieron los siguientes pasos de acuerdo a las Metodología de Solución de Problemas explicada anteriormente.

**Paso No 1.-** Identificación y selección del problema:

Mediante la aplicación de una tormenta de ideas se identificaron los problemas en la máquina de colada continua siendo elegido el problema a desarrollar a través de un ranking de factores.

**Paso No 2.-** Colecta de datos:

Se realizó un trabajo de investigación, tomando como fuente de información los reportes de producción, las cartas de control de peso de las palanquillas y los registros de inspección de las lingoteras. Esta información se trabajó en diagramas de pastel, paretos, gráficas de control e histogramas, pudiendo definir con esta información el objetivo del proyecto que es reducir la desviación estándar del peso de la palanquilla en 33%.

**Paso No 3.-** Posibles Causas

Se listaron las posibles causas por medio de una tormenta de ideas, eligiendo sobre la base de una matriz de selección las cuatro principales. Estas cuatro causas fueron analizadas a través del análisis de regresión lineal, histogramas, se aplicó el ¿Por qué? ¿Por qué?, pudiendo identificar así las causas con mayor incidencia

**Paso No 4.-** Posibles Soluciones

Se empleó la técnica del árbol de soluciones para poder detallar las actividades a desarrollar complementado por un 5W+1H, es así que se tienen las soluciones innovadoras y de alto impacto, que brindan el máximo beneficio, tanto en el ámbito técnico económico como en el ámbito de seguridad.

### **Paso No 5.- Aplicación de Mejoras**

Para efectuar la aplicación de las mejoras en la máquina de colada continua, se elaboró un cronograma de actividades en el cual se definieron las fechas de implementación de cada una de las actividades, su planificación, ejecución, y el personal asignado para su elaboración, con el objetivo de organizar, planificar y controlar la ejecución del proyecto.

### **Paso No 6.- Evaluación de Resultados**

La evaluación de los resultados compara los datos antes de la ejecución del proyecto con los obtenidos a través de las mejoras implementadas para disminuir la variación en el peso de la palanquilla. Es en esta evaluación donde se consideran los beneficios alcanzados en materia económica, de seguridad y de medio ambiente.

### **Paso No 7.- Estandarización**

La estandarización se ha llevado a cabo a través de la actualización de los documentos “Instrucción para la selección de portalingoterias y lingoterias a usar” e “instrucción para el montaje y desmontaje de los accesorios de la portalingotera” documentos que han sido incorporados al sistema de control documental de la corporación.

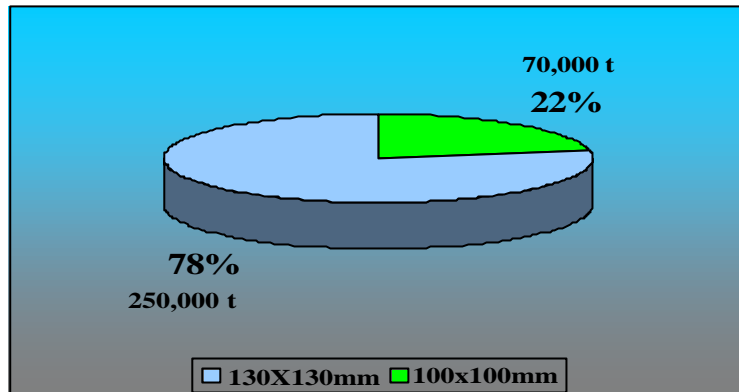
## **3.2. Recolección y análisis de la información:**

Para efectuar un análisis profundo de los principales problemas que aquejan a la máquina de colada continua ubicada en la Colada Continua se recolectó la siguiente información:

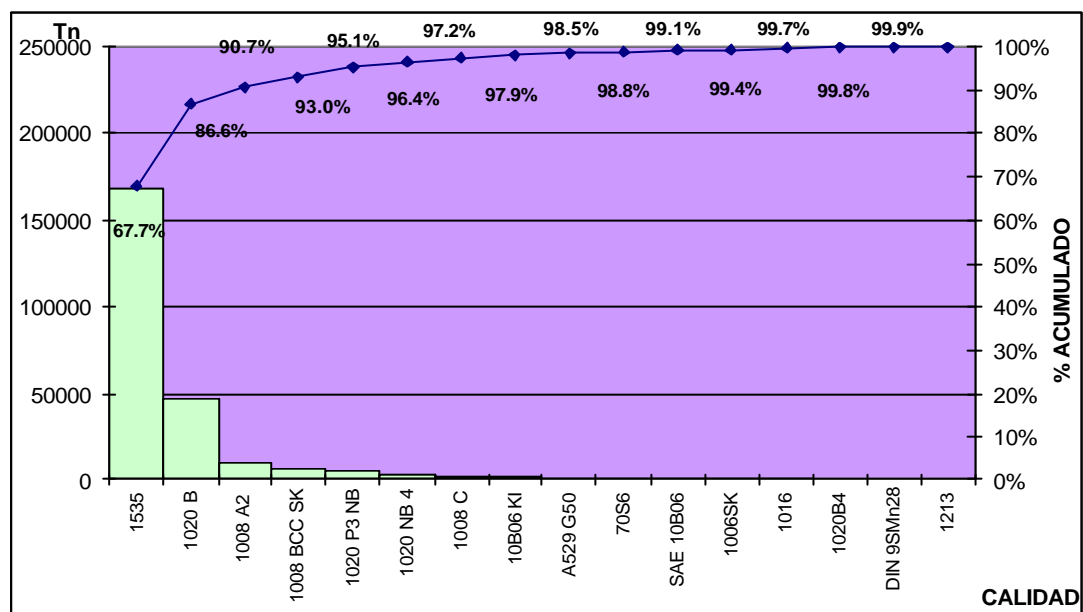
- ? Reporte de producción Bann.
- ? Carta de control de peso de palanquilla prpa006cc.
- ? Reporte mensual de peso cp de palanquilla.
- ? Fuente propia de investigación de colada continua.
- ? Carta de control de % de rombocidad prpa003cc.
- ? Registro de inspección de lingotera prpa004cc.

Como la variación de peso se produce en todos los productos de la colada continua y en las diferentes secciones, se ha recopilado información para ver en que calidad y sección se desarrollará el trabajo, a fin de evaluar las mejoras en una de las calidades. Toda mejora alcanzada se verá reflejada en todos los productos pero para fines de evaluación se medirá en una calidad.

Los siguientes datos se recopilaron de los reportes de producción Bann, como vemos en la gráfica se define la sección en la cual se va a trabajar y para esta se verá la calidad que más se produce:

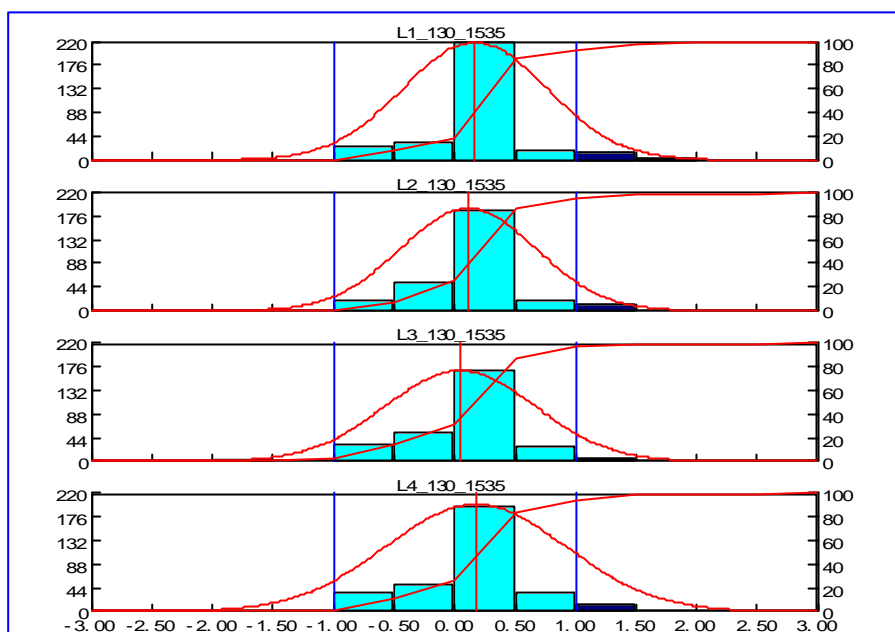


Cuadro de producción por secciones – Del 01/01/2006 al 22/09/2006



Como podemos observar en la recopilación de datos la sección que más se produce es la sección de 130\*130 y la calidad 1535, ahora veremos como se comporta la variación del peso de la palanquilla en esta calidad.

Todos los datos obtenidos en la calificación de las coladas son plasmados en un histograma que nos sirve para medir la Desviación Estándar y Capacidad de proceso (Cp) en la colada continua.



Para esto se recopilaron los datos de desviación estándar, Cp y Cpk de los meses de enero a setiembre para luego definir el objetivo.

**Análisis Estadístico del Peso de la Palanquilla en Calidad 1535**  
**Enero - Setiembre del 2006 - Sección : 130x130mm**

Mes	Diferencia de peso Mínimo (Kg)	Diferencia de Peso Máximo (Kg)	Desviación estandar	Cp	Cpk
ENERO	-3.2	3.0	0.46	0.72	0.58
FEBRERO	-2.0	4.6	0.63	0.53	0.47
MARZO	-3.0	4.4	0.60	0.56	0.46
ABRIL	-1.2	2.6	0.60	0.56	0.47
MAYO	-3.6	3.0	0.58	0.58	0.51
JUNIO	-2.6	3.5	0.42	0.80	0.77
JULIO	-2.8	3.4	0.48	0.69	0.65
AGOSTO	-2.8	3.0	0.46	0.75	0.71
SETIEMBRE	-1.8	3.6	0.42	0.80	0.71
<b>PROMEDIO</b>	<b>-2.6</b>	<b>3.5</b>	<b>0.52</b>	<b>0.67</b>	<b>0.59</b>

El objetivo trazado por el círculo de control de calidad Innovación es el disminuir la desviación estándar promedio de 0.52 a 0.35 en las calidades 1535, es decir reducir la desviación estándar promedio en un 33%.

Ya con el objetivo trazado se procede con el análisis de las posibles causas, para lo cual se realizó la siguiente tormenta de ideas identificando 22 posibles causas.

- ? Fallas en el corte del equipo rokop
- ? Recorte en el producto por muestreo
- ? Por tironeos de la línea
- ? Variación en el rombo
- ? Presencia de sopladura
- ? Variación en la composición química

- ? Diferencia de presión de aire de trabajo
- ? Variación de nivel
- ? Falta de refrigeración secundaria
- ? Problema con los pistones de la jaula extractora
- ? Retardo en el accionamiento del brazo clamp del rokop
- ? Descalibración de la balanza
- ? Peso en la longitud máxima
- ? Exceso de pérdida de cascarilla
- ? Mal posicionamiento en el carro de corte del rokop
- ? Acoplamiento inadecuado del encoder
- ? Excesivas marcas de oscilación en las palanquillas
- ? Palanquillas flechadas
- ? Baja frecuencia de pasaje de palanquilla
- ? Variación en el ancho de sangría de corte
- ? Corte de palanquilla manualmente
- ? Acondicionamiento por rechupe

Esta lista de posibles causas fue llevada a una matriz de evaluación en donde cada uno de los integrantes realizó la evaluación de cada una de las causas, asignándole a la más importante el número 1 y la que tiene menos incidencia el número 22 que es el total de las causas mencionadas.

	CAUSAS	EVALUADORES							TOTAL	PRIORIDAD
		J.V	J.D	V.L	A.S	I.H	O.R	R.S		
1	FALLAS EN EL CORTE DEL EQUIPO ROKOP.	6	6	17	6	8	13	11	67	9
2	RECORTE EN LA PALANQUILLA POR MUESTREO.	11	5	11	2	5	14	21	69	10
3	TIRONEO DE LA LINEA.	22	21	7	16	21	4	10	101	17
4	VARIACIÓN EN EL ROMBO.	8	14	13	9	4	5	2	55	3
5	PRESENCIA DE SOPLADURA.	12	3	10	18	3	2	12	60	8
6	VARIACIÓN EN LA COMPOSICIÓN QUIMICA.	13	7	3	13	2	9	13	60	7
7	DIFERENCIA DE PRESIÓN DE AIRE DE TRABAJO.	9	18	19	17	20	11	9	103	18
8	VARIACIÓN DE NIVEL EN EL CONTROL AUTOMATICO.	17	22	12	8	19	6	20	104	19
9	FALTA DE REFRIGERACIÓN SECCUNDARIA.	19	16	14	10	15	12	8	94	15
10	PROBLEMA CON EL PISTON DE LA JAULA EXTRACTORA.	15	19	20	20	11	15	14	114	20
11	RETARDO EN EL ACCIONAMIENTO DEL BRAZO CLAMP DEL ROKOP.	5	8	9	11	16	1	7	57	5
12	DESCALIBRACIÓN DE LA BALANZA.	4	11	15	12	12	20	19	93	14
13	PESO EN LA LONGITUD MAXIMA.	14	2	4	1	13	21	1	56	4
14	EXCESO DE PERDIDA DE CASCARILLA EN LA PALANQUILLA.	20	12	5	7	17	22	15	98	16
15	MAL POSICIONAMIENTO EN EL CARRO DE CORTE DEL ROKOP.	10	1	2	3	7	10	16	49	2
16	ACOPLAMIENTO INADECUADO DEL ENCODER.	3	13	16	14	18	3	3	70	11
17	EXCESIVA MARCA DE OSCILACIÓN EN LA PALANQUILLAS.	18	17	21	22	14	7	17	116	21
18	PALANQUILLAS FLECHADAS.	21	15	22	21	10	19	22	130	22
19	BAJA FRECUENCIA DE PESAJE DE PALANQUILLAS.	2	20	1	4	1	18	13	59	6
20	VARIACION EN EL ANCHO DE SANGRIA DE CORTE.	16	9	8	15	22	8	6	84	12
21	CORTE CON EQUIPO DE CORTE MANUAL.	7	10	18	19	9	17	5	85	13
22	ACONDICIONAMIENTO POR RECHUPE.	1	4	6	5	6	16	4	42	1

Seguidamente se realizó un análisis detallado de las 4 causas principales que influyen en la variación del peso.

#### Variación de peso por rombo

Se hizo un estudio de la variación de peso que originaba la variación de rombocidad que es el defecto que distorsiona los ángulos rectos de la palanquilla



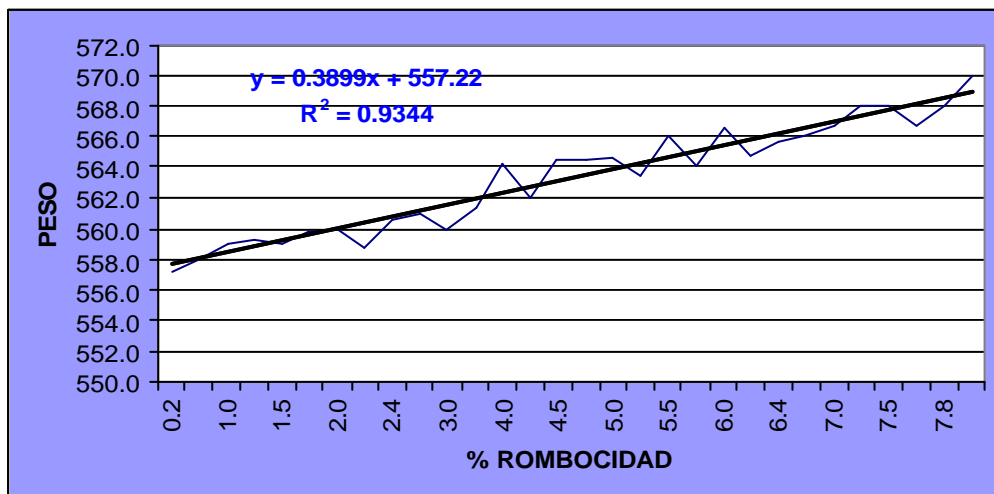
Para el estudio realizado se recopilaron datos donde se aprecia que la variación de la romboicidad tiene influencia sobre el peso; los datos consignados son llevados a una gráfica de dispersión donde se evidencia la existencia de una relación entre la variación de la romboicidad y el peso de la palanquilla.

**TABLA COMPARATIVA**  
**INFLUENCIA DE ROMBOICIDAD SOBRE**  
**EL PESO DE LA PALANQUILLA**

*Peso Nominal 560 Kg.*

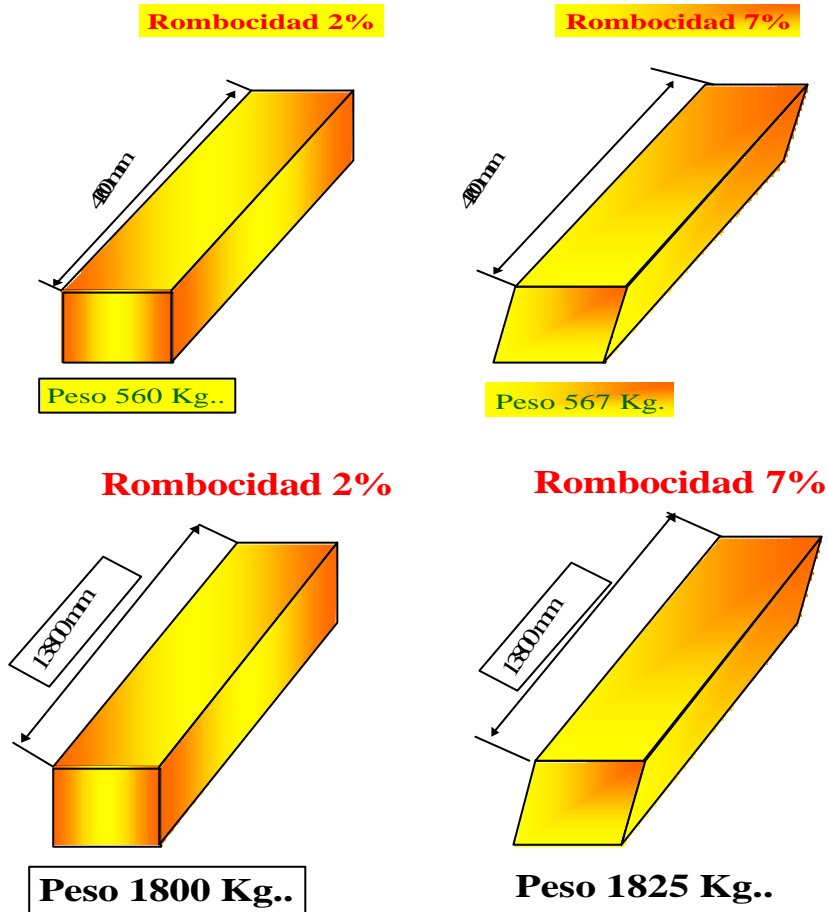
# de MUESTRA	% de ROMBOICIDAD	PESO DE PALANQUILLA	# de MUESTRA	% de ROMBOICIDAD	PESO DE PALANQUILLA
1	0.2	557.2	16	4.7	564.5
2	0.5	558.0	17	5.0	564.6
3	1.0	559.0	18	5.0	563.4
4	1.1	559.2	19	5.5	566.0
5	1.5	559.0	20	5.5	564.0
6	1.8	559.8	21	6.0	566.6
7	2.0	560.0	22	6.0	564.8
8	2.3	558.8	23	6.4	565.6
9	2.4	560.6	24	6.9	566.0
10	3.0	561.0	25	7.0	566.8
11	3.0	560.0	26	7.5	568.0
12	3.1	561.4	27	7.5	568.0
13	4.0	564.2	28	7.5	566.8
14	4.0	562.0	29	7.8	568.0
15	4.5	564.5	30	8.9	570.0

Gráfica de dispersión



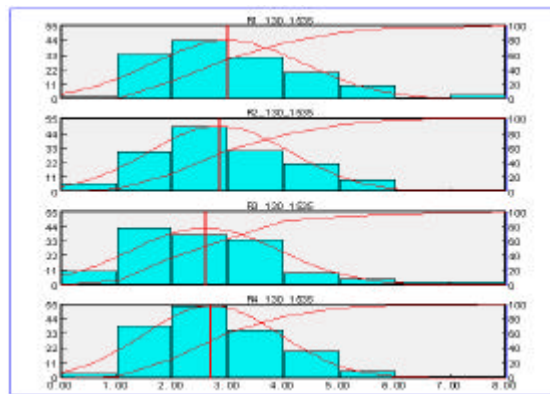
En la gráfica de dispersión podemos apreciar que el factor de  $R^2$  es de 0.9344 y que la variación de la rombocidad es proporcional a la variación de peso. Encontrándose que la variación de 1% de rombocidad significa aproximadamente la variación de un kilogramo de peso.

Para detallar la influencia de la rombocidad en el peso de la palanquilla se muestra algunos ejemplos de cómo varía el peso a una misma longitud y a diferentes rombocidad.



En la siguiente carta de control podemos mostrar como varía la rombocidad desde el inicio de la primera colada hasta el final del día, en donde la rombocidad tiene un comportamiento inestable lo que perjudica a que no se pueda tener un peso exacto.

**HISTOGRAMA DE % DE ROMBOCIDAD EN PALANQUILLAS EN CALIDAD 1535. DE SETIEMBRE DEL 2006**



FUENTE: CARTA DE CONTROL DE % ROMBOCIDAD - PRPA003CC

En el análisis realizado encontramos que la romboicidad tiene un comportamiento inestable, por lo que se debe encontrar la causa raíz que origina la distorsión rómbica en la palanquilla, utilizando para esto unas de las herramientas de calidad como es el ¿por qué? ¿por qué?

**VARIACIÓN DE PESO POR DISTORSIÓN ROMBICA EN LA PALANQUILLA**

¿Por qué?



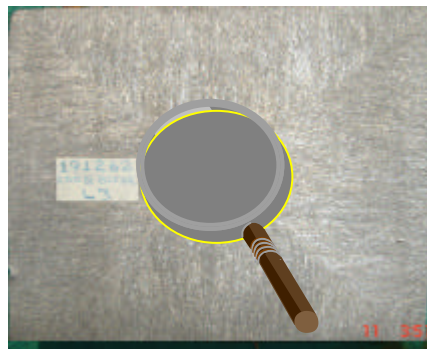
- EXCESO DE REFRIGERACIÓN EN UNO DE LOS LADOS DE LA LINGOTERA.
- DIFERENCIA DE CALIBRACIÓN ENTRE CAMISA Y LINGOTERA.



**CAUSA RAIZ**  
DESCALIBRACIÓN DE LA CAMISA DE REFRIGERACIÓN EN LA PORTALINGOTERA

Acondicionamiento por rechupe

**RECHUPE**



El rechupe es una cavidad que se presenta en el centro de la palanquilla y lo vemos en sus extremos. También existen los rechupes puente que se encuentra interiormente de la palanquilla estos al ser laminado desaparecen, los rechupes que no se han acondicionado originan problema en la zona de laminación, por lo que todo rechupe tiene que ser acondicionado y en caso que los rechupes no desaparezcan, la palanquilla tiene que ser separa para chatarra; En los casos de coladas especiales las palanquillas que se detectan con rechupe son reclasificadas para otros productos, para ello se valen de los estándares que existen como referencias.

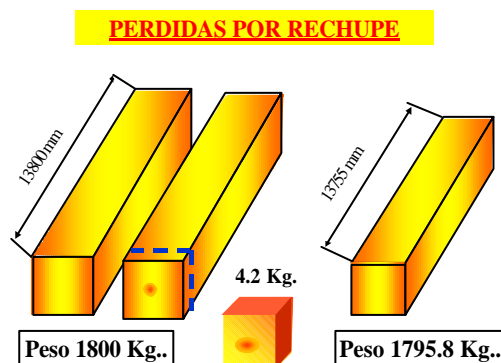
Para determinar la perdida de peso por acondicionamiento por rechupe se realizo un control de cuantos cortes por día se realizaban para eliminar los rechupes y luego estos fueron pesados para ver la pérdida real que se originaba al acondicionar las palanquillas por el rechupe.

FORMATO DE ACONDICIONAMIENTO DE PALANQUILLAS POR RECHUPE								
CALIDAD	1535-2							Septiembre 10, 2006
COLADA	Línea 1	Peso de muestra Kg	Línea 2	Peso de muestra Kg	Línea 3	Peso de muestra Kg	Línea 4	Peso de muestra Kg
192241	1	4.4						
192242			2	4.6	1	3.8	1	4.6
192243								
192244							2	8.2
192245								
192246								
192247	2	8.4	1	5.2			1	4.2

**Al promediar los pesos de las muestras obtenidas por el acondicionamiento de rechupe dio un valor promedio por muestra de 4.2 Kg./corte.**

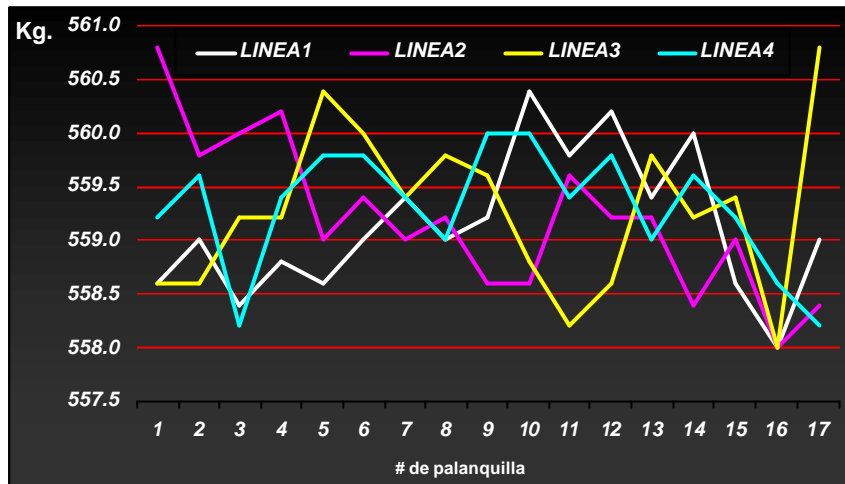
192262	3	12.6							
192263			2	3.8	1	4.6			
192264									
192265									
192266									
192267	2	10.2	1	4.2	2	9.0	1	4.6	
192268									
192269									
192270					1	4.6			
192271	1	4.2	2	5.0			2	9.6	
192272									
192273			1	3.8			1	4.0	
	<b>12</b>	<b>56.6</b>	<b>11</b>	<b>35</b>	<b>11</b>	<b>48.4</b>	<b>12</b>	<b>51</b>	
	<b>TOTAL DE PALANQUILLAS ACONDICIONADAS</b>						<b>46</b>		
	<b>PESO PROMEDIO DE MUESTRA (Kg)</b>						<b>4.2</b>		

A continuación se muestra un ejemplo mas detallado de la pérdida que origina un acondicionamiento por rechupe.



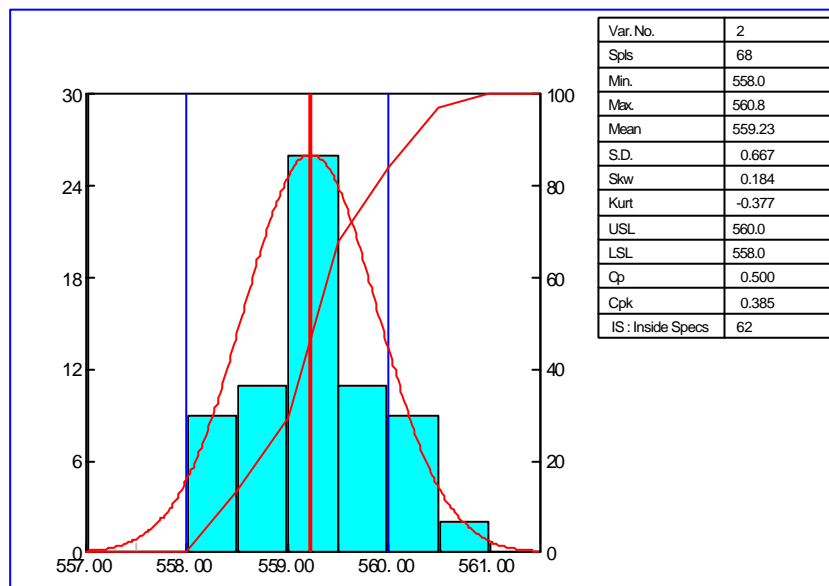


En el siguiente análisis se verificaron los diferentes puntos del equipo de corte rokop para determinar las causas que originan la variación del peso, es así que podemos ver en la siguiente gráfica el comportamiento de la palanquilla.

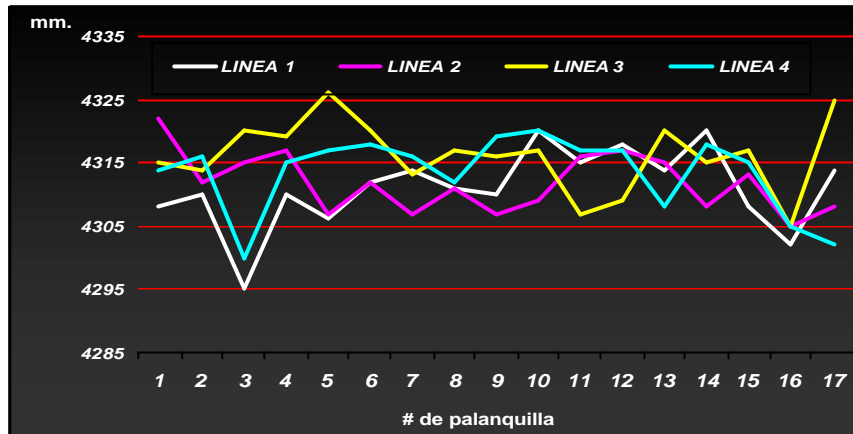


De la recopilación de datos del peso de la palanquilla en toda una colada se elabora un histograma para ver la desviación estándar de nuestro proceso.

### HISTOGRAMA DE PESOS DE PALANQUILLAS 1535 DE TODA UNA COLADA OCTUBRE DEL 2006

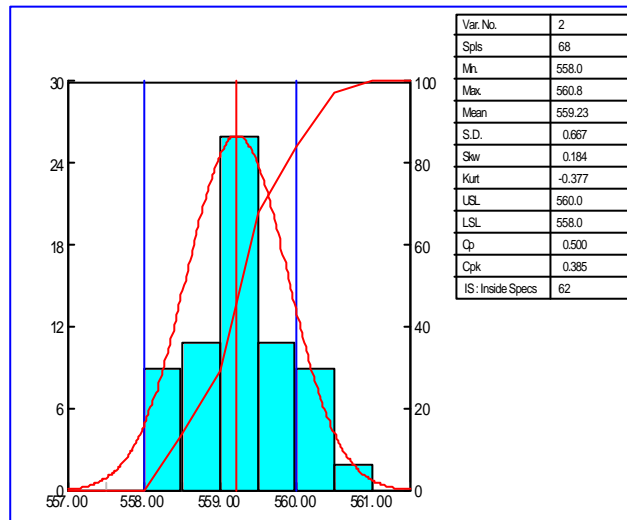


Gráfica del comportamiento de la longitud en el peso de las palaquillas de toda una colada.



De la recopilación de datos del peso de la palaquilla en toda una colada se elaboró un histograma para ver la desviación estándar de los datos obtenidos.

**HISTOGRAMA DE PESOS DE PALANQUILLAS 1535  
DE TODA UNA COLADA OCTUBRE DEL 2006**



En el análisis correspondiente para determinar la causa raíz se determina con la herramienta del  $\bar{x}$  por que? por que

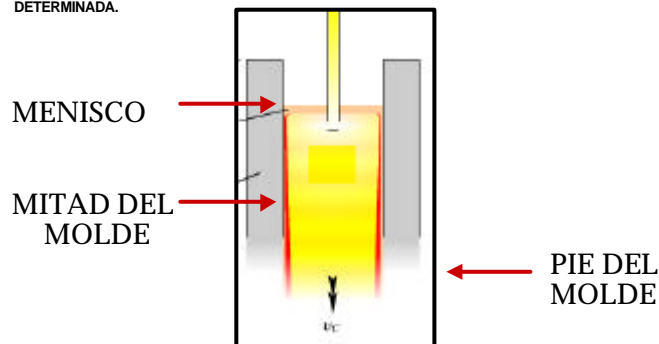


### Peso en la longitud máxima

El producto de segunda comercial que se origina en laminación en algunos casos es debido a que no se llega al peso programado de 564 Kg por tener una longitud máxima de 4.35 metros en el ancho del horno de recalentamiento de laminación, el peso que se programa de 564 Kg nos arroja en la colada continua una longitud de 4.33 metros, por esto cuando el peso no llega a dicha longitud se tiene que acercar el peso a las tolerancia de los limites inferiores, originando reclamo por parte de nuestro cliente interno.

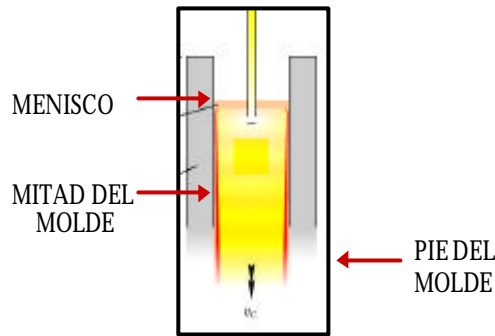
### **ESTUDIO DEL MOLDE**

LA FINALIDAD DEL MOLDE ES INICIAR LA SOLIDIFICACIÓN DEL ACERO Y DIFINIR LA SECCIÓN DEL PRODUCTO, UNA CARACTERISTICA DE ESTE ES SEGUIR A LO LARGO DE SU CUERPO LA CONTRACCIÓN DEL ACERO PARA LO CUAL PRESENTA UNA CONOCIDAD DETERMINADA.



En un molde nuevo cuando ingresa a colar se realiza una medida de sus perfiles, el cual se registra en los formatos PRPA004CC. Estos perfiles sufren una variación a medida que incrementa el número de coladas por desgaste del molde.

En el siguiente estudio mostraremos las 3 partes del molde y vamos a definir la zona donde se definen los valores de los lados de la palanquilla y que este tiene influencia en el peso métrico.



En el siguiente análisis se recopilaron datos de los perfiles gráficos del molde, donde se tomaron los datos en esta primera parte de los valores de la distancia entre las paredes en el menisco, en la mitad del molde y en el pie, tanto valores entre los lados del radio y los lados de los laterales y con ellos se calcularon el área que representa dicho datos.

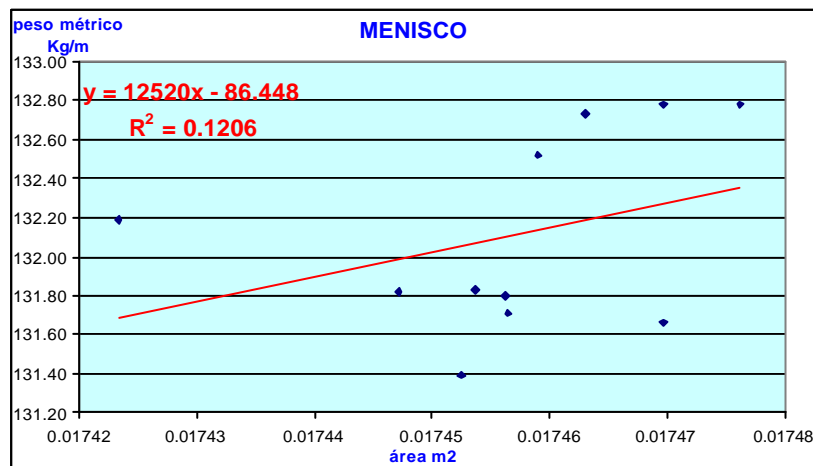
Para el cálculo del área de los valores representativos se utilizó la siguiente fórmula:

$$A = L1 \times L2 / 1000000.$$

A = área en m<sup>2</sup>  
 L1 = longitud entre caras en radio  
 L2 = longitud entre caras en laterales

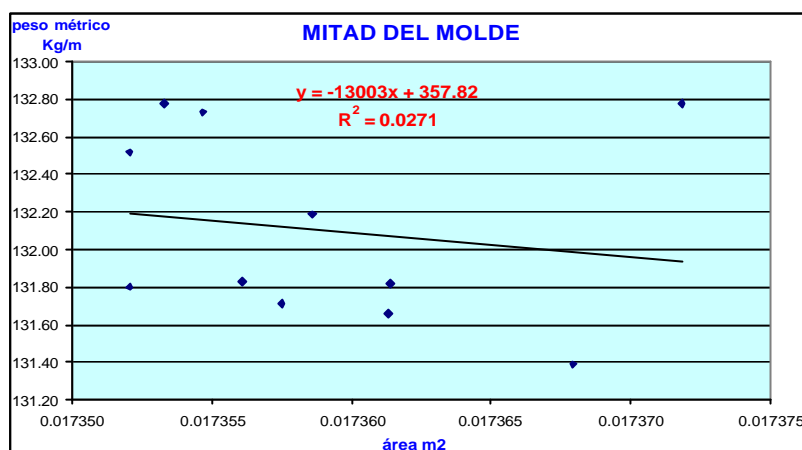
### MENISCO

Laterales (mm)	Radios (mm)	Área m <sup>2</sup>	Peso métrico (Kg/m)	Peso de palanquilla (Kg)	Long. De palanquilla (m)	Long. 564 Kg en FRIO	Long. 564 Kg en CALIENTE
131.40	132.85	0.017456	131.71	562.40	4270	4.25	4.30
131.37	132.90	0.017459	132.52	564.60	4260	4.23	4.28
131.30	132.93	0.017454	131.83	560.00	4248	4.25	4.30
131.35	132.87	0.017452	131.39	545.20	4149	4.26	4.31
131.20	132.80	0.017423	132.19	552.60	4180	4.24	4.29
131.40	132.95	0.017470	131.66	560.60	4258	4.25	4.30
131.30	132.88	0.017447	131.82	562.20	4265	4.25	4.30
131.30	132.95	0.017456	131.80	560.20	4250	4.25	4.30
131.40	132.95	0.017470	132.78	563.00	4240	4.22	4.27
131.40	132.90	0.017463	132.73	563.40	4245	4.22	4.27
131.40	133.00	0.017476	132.78	552.00	4157	4.22	4.27



## MITAD DE MOLDE

Laterales (mm)	Radios (mm)	Área (m2)	Peso métrico (Kg/m)	Peso de palanquilla (Kg)	Long. De palanquilla (m)	Long. 564 Kg en FRIO	Long. 564 Kg en CALIENTE
131.00	132.50	0.017358	131.71	562.40	4270	4.28	4.33
130.87	132.59	0.017352	132.52	564.60	4260	4.26	4.31
130.93	132.56	0.017356	131.83	560.00	4248	4.28	4.33
130.98	132.60	0.017368	131.39	545.20	4149	4.29	4.34
130.88	132.63	0.017359	132.19	552.60	4180	4.27	4.32
130.95	132.58	0.017361	131.66	560.60	4258	4.28	4.33
130.97	132.56	0.017361	131.82	562.20	4265	4.28	4.33
130.87	132.59	0.017352	131.80	560.20	4250	4.28	4.33
130.96	132.65	0.017372	132.78	563.00	4240	4.25	4.30
130.88	132.60	0.017355	132.73	563.40	4245	4.25	4.30
130.85	132.62	0.017353	132.78	552.00	4157	4.25	4.30

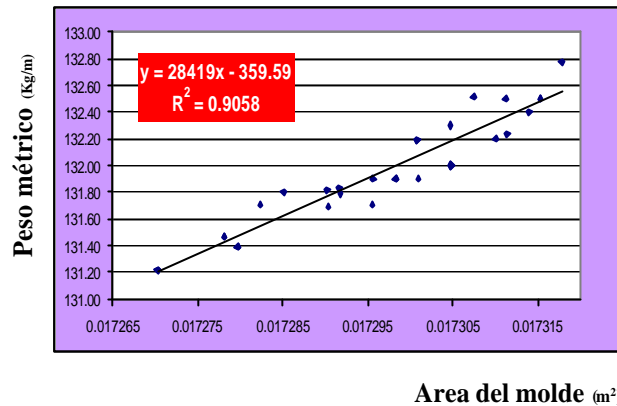


## PIE DE MOLDE

# de Muestra	Laterales (mm)	Radios (mm)	Área (m2)	Peso métrico (Kg/m)	Peso de palanquilla (Kg)	Long. De palanquilla (m)	Long. 564 Kg en FRIO	Long. 564 Kg en CALIENTE
1	130.65	132.28	0.0172824	131.71	562.40	4270.00	4.28	4.33
2	130.80	132.32	0.0173075	132.52	564.60	4260.00	4.26	4.31
3	130.70	132.30	0.0172916	131.83	560.00	4248.00	4.28	4.33
4	130.60	132.31	0.0172797	131.39	545.20	4149.00	4.29	4.34
5	130.74	132.33	0.0173008	132.19	552.60	4180.00	4.27	4.32
6	130.75	132.30	0.0172982	131.90	560.60	4258.00	4.28	4.33
7	130.66	132.33	0.0172902	131.82	562.20	4265.00	4.28	4.33
8	130.70	132.25	0.0172851	131.80	560.20	4250.00	4.28	4.33
9	130.70	132.45	0.0173112	132.50	563.00	4240.00	4.26	4.31
10	130.73	132.37	0.0173047	132.30	563.40	4245.00	4.26	4.31
11	130.70	132.50	0.0173178	132.78	552.00	4157.00	4.25	4.30
12	130.66	132.37	0.0172955	131.71	560.60	4256.00	4.28	4.33
13	130.77	132.30	0.0173009	131.90	552.40	4188.00	4.28	4.33
14	130.76	132.38	0.0173100	132.20	560.00	4236.00	4.27	4.32
15	130.78	132.25	0.0172957	131.90	560.20	4247.00	4.28	4.33
16	130.74	132.41	0.0173113	132.23	545.80	4128.00	4.27	4.32
17	130.79	132.20	0.0172904	131.69	540.00	4101.00	4.28	4.33
18	130.76	132.24	0.0172917	131.79	560.20	4251.00	4.28	4.33
19	130.80	132.37	0.0173140	132.40	560.00	4230.00	4.26	4.31
20	130.80	132.38	0.0173153	132.50	563.00	4249.00	4.26	4.31
21	130.79	132.31	0.0173048	132.00	560.00	4242.00	4.27	4.32
22	130.50	132.40	0.0172782	131.47	562.20	4276.00	4.29	4.34
23	130.49	132.35	0.0172704	131.22	560.00	4268.00	4.30	4.35
24	130.60	132.31	0.0172797	131.39	545.20	4149.00	4.29	4.34
25	130.74	132.33	0.0173008	132.19	552.60	4180.00	4.27	4.32
26	130.75	132.30	0.0172982	131.90	560.60	4258.00	4.28	4.33
27	130.80	132.38	0.0173153	132.50	563.00	4249.00	4.26	4.31
28	130.79	132.31	0.0173048	132.00	560.00	4242.00	4.27	4.32
29	130.50	132.40	0.0172782	131.47	562.20	4276.00	4.29	4.34
30	130.49	132.35	0.0172704	131.22	560.00	4268.00	4.30	4.35

optimo 
 aceptable 
 deficiente

## PIE DEL MOLDE



En la siguiente gráfica de dispersión podemos apreciar que nuestro  $R^2$  es 0.9058 con lo que se puede demostrar que dentro de las tres partes estudiada la parte del pie del molde tiene mas influencia en el peso métrico. Ya visto en el estudio el origen del peso métrico nos falta determinar la causa raíz del peso en la longitud máxima, para lo cual emplearemos el ¿por qué? ¿por qué?.

### PESO DE PALANQUILLA EN LA LONGITUD

MAXIMA EN C-1535

¿Por qué?



- PESOS Y LONGITUD NO SON IGUALES EN TODAS LAS LINEAS
- USO DE MOLDES CON DISTINTAS COLADAS VIDA
- MOLDES CUMPLEN CON SU CICLO DE VIDA 800 C / VIDA (PROMEDIO)

**CAUSA RAIZ**  
LOS MOLDES PRODUCE PALANQUILLAS CON DIFERENTES PESOS METRICO

### 3.3. Herramientas de la calidad:

Desde inicios del programa de Calidad Total en Aceros Arequipa se ha venido difundiendo dentro de la organización las 7 Herramientas Básicas de Calidad como parte de los cursos básicos que son dictados al personal, estas herramientas son:

- ? Listas u hojas de verificación: Colecta los datos en forma organizada
- ? Histogramas: Determina como se distribuyen los datos
- ? Diagrama de Pareto: Arregla los datos de manera que el elemento más significativo sea fácilmente identificable.
- ? Diagrama de Causa Efecto: Identifica una serie de causas interrelacionadas que llevan hacia un efecto o un problema.
- ? Diagrama de estratificación: permite dividir en varias partes un todo para comprender mejor una hipótesis y obtener conclusiones al momento de analizar un problema.

- ? Diagramas de dispersión: utilizado para estudiar la relación entre dos o más variables, es comúnmente usado para probar posibles relaciones entre una causa y un efecto.
- ? Gráficas de Control: Estableciendo los límites de control, permite identificar las variaciones de un proceso a través del tiempo

Así mismo se imparten como parte de la formación académica de herramientas de calidad algunas técnicas que permitirán analizar menor cada proyecto, como son:

- ? Tormenta de ideas (Brainstorming): Colecta una gran cantidad de ideas de un grupo de personas
- ? Diagrama de Afinidad: Agrupa los datos de origen común para obtener el elemento representativo.
- ? Encuesta: Colecta los datos de un gran número de personas
- ? Flujograma: Diferencia las distintas actividades de un proceso
- ? Gráficos de barras: Arregla datos para una comparación fácil y rápida
- ? Gráficos de pastel: Muestra el volumen o cantidad de un ítem con relación a otra.
- ? Gráficos de línea: Muestra los efectos de un proceso en función al tiempo
- ? Ranking de factores (Matrices de selección): Hace comparaciones entre dos o más juegos de datos.
- ? Por Que...?: Permite identificar las causas raíces preguntando 5 o 6 veces el por que de un efecto.
- ? Arbol de soluciones: Permite identificar la viabilidad de las soluciones propuestas obteniéndose luego según selección la mas adecuada
- ? Diagrama de Gant: Para poder seguir un orden en la ejecución de las actividades, la verificación de la implementación e identificar los responsables de cada actividad.

### **3.4. Concordancia entre el método y las herramientas:**

En C.A.A.S.A. evaluamos periódicamente el desarrollo de la Metodología de Solución de Problemas y las herramientas de calidad utilizadas, esta evaluación se realiza en las presentaciones que efectúan los grupos en las Jornadas de Avance, para esta oportunidad se han desarrollado jornadas de Avance en los meses de Setiembre 2006, Enero y Abril 2007. De esta evaluación se efectúan recomendaciones, tanto de forma como de fondo a todos los equipos de mejora de la empresa.

## **4. Gestión del proyecto y trabajo en equipo**

### **4.1. Criterios para la conformación del equipo de proyecto**

Para dar una solución integral a los problemas en el área de colada continua se vio por conveniente constituir un equipo de trabajo multidisciplinario que cuenten con:

- ? Experiencia profesional.
- ? Disponibilidad de tiempo.

Los integrantes del círculo de control de calidad consideraron al personal de fácil adaptabilidad para las reuniones programadas por el mismo.

Nombre	Cargo	Edad	Especialidad	Centro de Estudios	Experiencia
De la Cruz Peña, Jesús Armando	Líder	37	Operador	SAN ANDRÉS	15
Vera Mozo, Joel	Vice - Líder	34	Tco. Mecánico	SENATI	13
López Cabrera, Víctor Modesto	Secretario	25	Tco. Control Ind.	SENATI	7
Quispe Aventura, Alvaro Enrique	Integrante	26	Tco. Mecánico	TECSUP	4
Barzola Huaylinos, Eliseo Eleasar	Integrante	29	Tco. Metalúrgico	JOSÉ PARDO	7
Huamani Nicolas, Claudio Javier	Integrante	29	Tco. Metalúrgico	TECSUP	9
Saenz Escalaya, Aldo Martín	Integrante	34	Tco. Mecánico	SENATI	13
Ramos Valenzuela, Lázaro Oswaldo	Integrante	39	Operador	SAN MARTÍN	11
Montes Justo-Dongo, Roberto	Integrante	33	Tco. Mecánico	TECSUP	13

## 4.2. Planificación del proyecto:

A continuación se detalla el proceso de gestión del proyecto de mejora y las técnicas para el trabajo en equipo mediante las cuales se aprovecharon al máximo las capacidades de cada miembro del CCC Innovación y obteniendo los mejores aportes a la organización. Implementación de las principales soluciones identificadas en el capítulo anterior.

### Definición del Objetivo del Proyecto de Mejora:

Luego de un análisis de los principales problemas de la planta de Acería se selecciono como principal objetivo del proyecto el de **“REDUCIR LA VARIACIÓN DEL PESO EN LA PALANQUILLA”**.

### Definición de Entregables del Proyecto de Mejora:

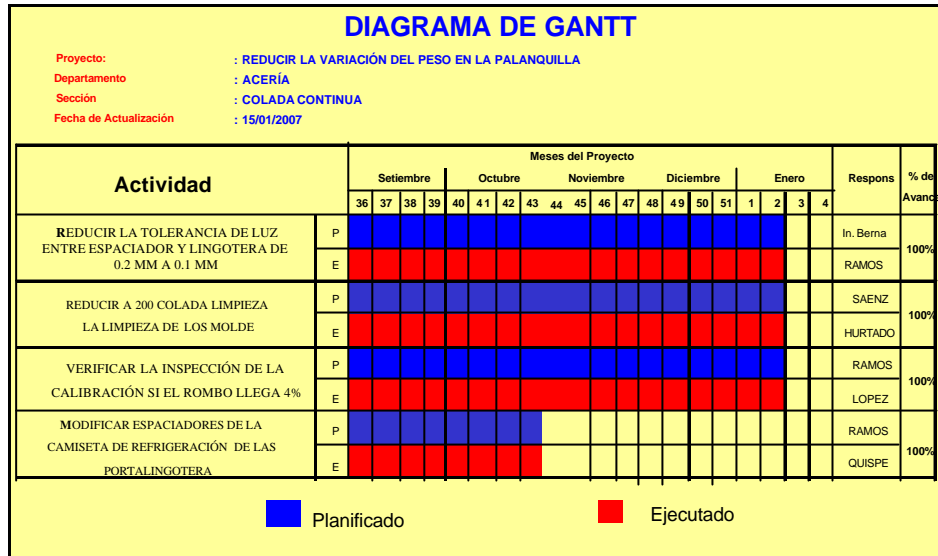
El equipo identifico los siguientes entregables del proyecto:

1. Mejoras en la variación del peso de palanquillas por variación del rombo
2. Mejoras en la variación del peso de palanquillas en recorte por rechupe
  - 2.1. Modificación de las tuberías de refrigeración secundaria
  - 2.2. Rediseño de manifold de distribución de agua secundaria
  - 2.3. Desarrollo de hoja de control de temperatura vs Velocidad
3. Mejoras en la posición del carro de corte del equipo Rokop
  - 3.1. Mecanizar alojamiento cóncavo en la regla de corte del equipo Rokop
- 4.
5. Mejoras para evitar el peso en la longitud máxima

### Definición de Cronograma del Proyecto de Mejora:

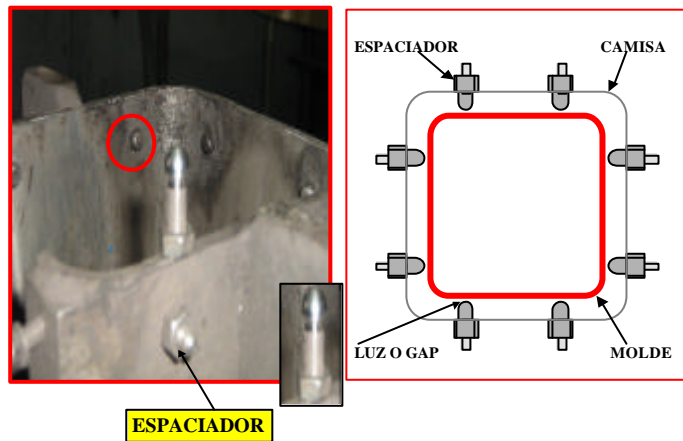
Una vez identificados los entregables se procedió a elaborar el siguiente Diagrama Gantt con las actividades necesarias, fechas y los responsables asignados de acuerdo a su experiencia y conocimientos (Ver gráfica).

**MEJORAS EN LA VARIACIÓN DEL PESO DE PALANQUILLAS POR  
VARIACIÓN DEL ROMBO**



En la esta modificación podemos apreciar la condición anterior donde el tipo de espaciadores que se utilizaba dificultaba tener una luz uniforme entre camisa y lingotera; por lo que los tetones eran espaciadores fijos y para ser la calibración de dicha luz sé tenia que lijar la cabeza de los espaciadores originando retraso y no se obtenían valores uniformes.

**ANTES**



En la nueva situación podemos apreciar el nuevo tipo de espaciador (pernos regulables) nos permiten conseguir la uniformidad de la luz entre camisa y lingotera y entre el espaciador y la lingotera.



ANTES



Luego de implementada la mejora, como se aprecia en la imagen, las tuberías de refrigeración se quedaron con 12 pulverizadores por lado. Con dicha modificación se consiguió que la presión de trabajo aumente manteniendo el caudal, logrando que el producto saliera sin el defecto del rechupe y teniendo así controlada la pérdida en la variación del peso por el acondicionamiento.

AHORA



**Rediseño de manifold de distribución de agua secundaria**

Se cambió el manifold de distribución principal de agua secundaria, de 3" a 8" pulgada con la finalidad de mantener un flujo y presión mas uniforme en cada línea y evitar la caída de presión en dicha distribución.

ANTES



AHORA



## Desarrollo de hoja de control de temperatura vs Velocidad

La hoja de proceso, esta solo orienta sobre el rango de temperatura desde el mínimo al máximo con que se debe colar una cuchara, y la temperatura que debe tener en el tundish desde la temperatura del liquido hasta la temperatura máxima, debido a esto por el personal del horno cuchara envía el acero a diferentes temperaturas dentro del rango de la hoja de proceso la cual no contempla el número de líneas que se esta colando o la Velocidad de cada línea originando que se tenga temperaturas fuera del rango para el tundish, trayendo como consecuencia la formación de rechupe en el producto.

La hoja que se desarrolló, contempla la influencia del número de líneas que cuele, la velocidad de cada línea y la temperatura alcanzada, dicho estudio es para que el personal del horno cuchara pueda enviar la cuchara a una temperatura tomando en cuenta el número de líneas colando y la velocidad a que esta la línea, dicha hoja fue alcanzada a la jefatura de colada para el tramite correspondiente con la jefatura del horno cuchara, y definir las nuevas temperaturas para la nueva modificación de la maquina y poder tener controlado mejor dicha parte de nuestro proceso y poder evitar las perdida que origina una temperatura alta de colado.

**CONTROL DE TEMPERATURA / CUCHARA - TUNDISH / Vc - # LÍNEAS**

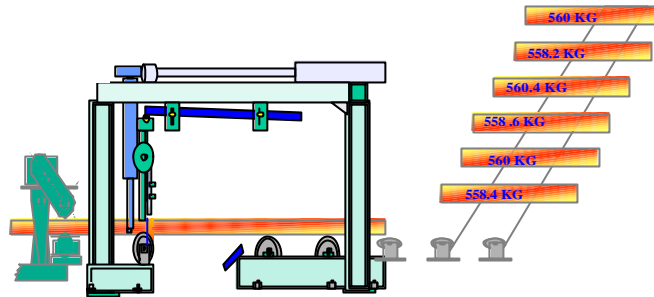
Calidad	Vc	# líneas	°T	1° colada	2° colada	3° colada	secuencia	secuencia	Cuchara nueva o Reingresante
1020 B	2.20	3	CUCHARA	1610	1605	1605	1600	1598	1605
			TUNDISH	1560	1557	1553	1560	1555	1557
	2.40	3	CUCHARA	1605	1605	1600	1600	1595	1610
			TUNDISH	1560	1558	1555	1555	1552	1560
	2.45	4	CUCHARA	-	-	-	1590	1585	1595
			TUNDISH	-	-	-	1555	1550	1557
1008 C	2.40	3	CUCHARA	1605	1600	1597	1590	1592	1600
			TUNDISH	1565	1561	1560	1555	1557	1560
	2.20	4	CUCHARA	1600	1597	1595	1593	1590	1600
			TUNDISH	1560	1560	1557	1555	1555	1555
70S6	2.40	3	CUCHARA	1590	1590	1585	-	-	-
			TUNDISH	1547	1547	1545	-	-	-
	2.20	4	CUCHARA	-	-	-	1585	1580	-
			TUNDISH	-	-	-	1545	1545	-
1525	2.40	3	CUCHARA	1585	1580	1575	1575	1568	1570
			TUNDISH	1535	1535	1535	1533	1528	1530
	2.40	4	CUCHARA	1575	1570	1566	1560	1555	1570
			TUNDISH	1530	1530	1530	1535	1530	1533
	2.20	4	CUCHARA	-	-	-	1570	1560	1575
			TUNDISH	-	-	-	1535	1527	1535
1530Nb	2.40	3	CUCHARA	1585	1580	1580	1577	1575	1580
			TUNDISH	1535	1833	1533	1535	1533	1535
	2.40	4	CUCHARA	-	-	-	1565	1558	1570
			TUNDISH	-	-	-	1530	1527	1532
	2.00	4	CUCHARA	-	-	-	1570	1566	1575
			TUNDISH	-	-	-	1535	1527	1535
1535 / 1 - 2	2.40	3	CUCHARA	1585	1580	1575	1575	1568	1580
			TUNDISH	1535	1535	1535	1533	1528	1536
	2.40	4	CUCHARA	1575	1570	1566	1560	1555	1570
			TUNDISH	1530	1530	1530	1535	1530	1533
	2.10	4	CUCHARA	-	-	-	1570	1560	1575
			TUNDISH	-	-	-	1535	1527	1535
AG15G75	2.40	3	CUCHARA	1585	1580	1575	1572	1570	1575
			TUNDISH	1535	1533	1530	1531	1533	1530
	2.40	4	CUCHARA	1577	1575	1570	1560	1555	1570
			TUNDISH	1531	1533	1534	1535	1527	1530
	2.20	4	CUCHARA	1585	1575	1565	1560	1575	1575
			TUNDISH	1535	1533	1530	1530	1533	1530



condición en el producto final de nuestro proceso, en donde dicha luz de 15 mm originaba una variación en el peso de 1.5 Kg entre barra

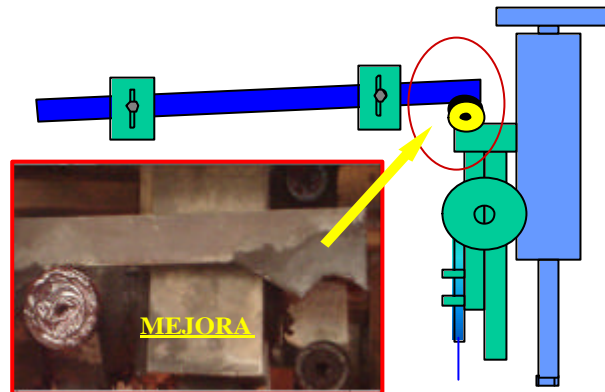
**CONDICIÓN ANTERIOR**

**VARIACIÓN DE PESO +/- 1.5 KILOS**



En la mejora realizada podemos apreciar la creación de un alojamiento cóncavo en la regla de corte lo que permite tener una posición fija del carro para el inicio de corte y evitar así la variación en el peso

**MEJORAS EN EL EQUIPO ROKOP**



Podemos apreciar que al realizar el alojamiento la posición del carro quedo en una posición estable y la luz entre tope final y el carro se redujo a 0 y se obtuvieron una variación entre barra de 200 gramos.

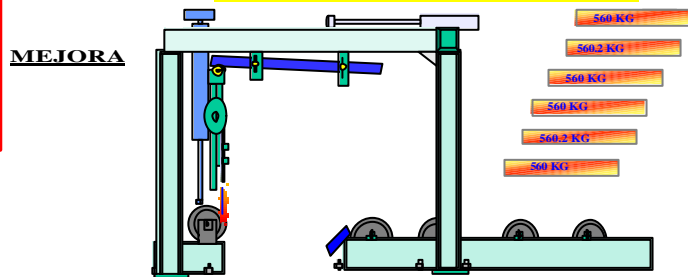
**AHORA**



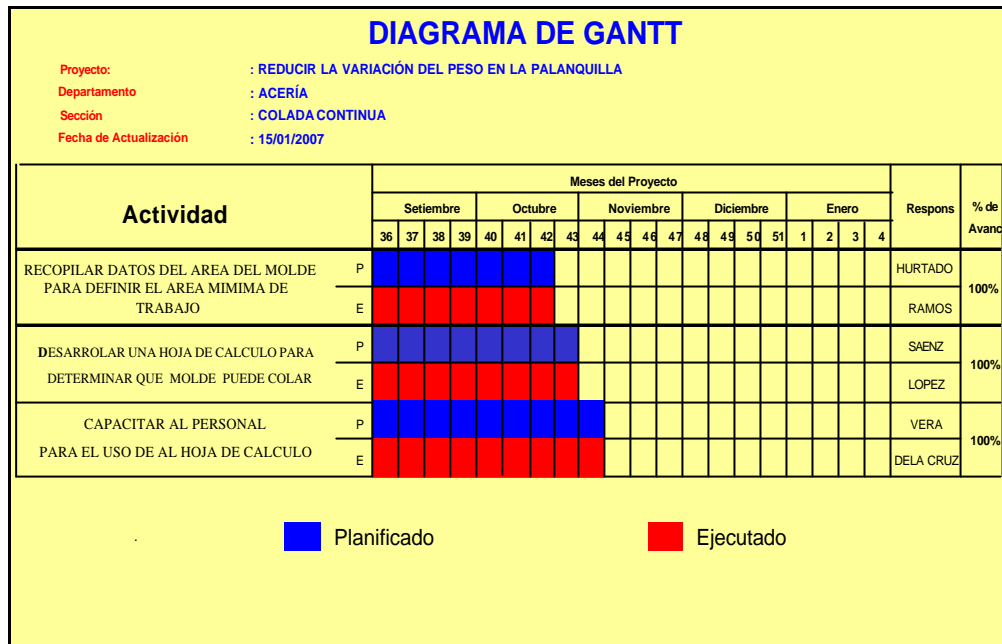
**0 mm**

**RESULTADO DE LA MEJORA**

**VARIACIÓN DE PESO +/- 200 GRAMOS**



## MEJORAS PARA EVITAR EL PESO EN LA LONGITUD MÁXIMA



Antes no se contaba con ninguna restricción en las lingoteras con respecto al peso programado a producir. En este caso, luego de realizar el estudio en el molde y visto el lugar en el molde donde se define el área de la sección de la palanquilla que influyen en el peso métrico. Se formulo un calculo que se pone en practica cuando el peso de la palanquilla a producir sea mayor a 562 Kg. Con los resultados se determina si el molde cuela o no, dependiendo del área de la sección del molde a la salida de este. La dimesión mínima debe ser de 0.017290m<sup>2</sup>,lo que nos permite conseguir que los moldes que entren a colar garanticen 564 Kg en la longitud máxima, evitando así la falta de peso en la palanquilla, a continuación mostramos la hoja de calculo.

**AREA MÍNIMA 0.017290 m<sup>2</sup>**

### CONTROL DE MOLDE PARA PESO MAXIMO 564

FECHA	# PORTALING	# MOLDE	# C/VIDA	VALORES DEL PIE DEL MOLDE			OBSERVACIONES
				LATERAL (mm)	RADIO (mm)	AREA (m <sup>2</sup> )	
04/11/2006	43	130105	34	130.75	132.37	0.017307378	CUELA
04/11/2006	39	130095	223	130.55	132.20	0.017258710	NO CUELA
04/11/2006	35	130097	396	130.70	132.50	0.017317750	CUELA
04/11/2006	40	130091	780	130.70	132.43	0.017308601	CUELA
05/11/2006	44	130096	368	130.76	132.38	0.017310009	CUELA
05/11/2006	46	130098	157	130.74	132.42	0.017312591	CUELA
05/11/2006	35	130097	423	130.70	132.50	0.017317750	CUELA
05/11/2006	40	130091	807	130.70	132.43	0.017308601	CUELA
08/11/2006	33	130104	183	130.75	132.38	0.017308685	CUELA
08/11/2006	39	130095	658	130.55	132.1	0.017245655	NO CUELA
08/11/2006	31	130094	445	130.75	132.33	0.017302148	CUELA
08/11/2006	32	130093	527	130.80	132.38	0.017315304	CUELA
10/11/2006	42	130108	1	130.75	132.4	0.017311300	CUELA
10/11/2006	35	103097	472	130.95	132.45	0.017344328	CUELA
10/11/2006	32	130093	550	130.8	132.37	0.017313996	CUELA
10/11/2006	44	130096	419	130.75	132.35	0.017304763	CUELA
11/11/2006	46	130097	234	130.75	132.3	0.017298225	CUELA
26/11/2006	38	130103	109	130.83	132.43	0.017325817	CUELA
26/11/2006	39	130095	813	130.55	132.1	0.017245655	NO CUELA
26/11/2006	32	130093	718	130.8	132.4	0.017317920	CUELA

En el siguiente trabajo se desarrolló una hoja de cálculo para determinar la longitud de la palanquilla a cortar, para palanquilla de 14 metros ya que en la condición anterior las palanquillas de 4.30 eran pesadas y en la nueva condición que se inició en febrero no se cuenta con una balanza cerca para el contraste del peso por lo que dicho cálculo nos permite tener con precisión el peso de las palanquillas, como vamos a ver en la hoja esta contempla el peso de la barra a cortar, la temperatura en donde se inicia el corte, el coeficiente de dilatación del acero, y el peso métrico de cada tipo de acero que se produce. Como vemos el estudio realizado nos ayudó a poder determinar el peso métrico que arrojan los moldes en cada línea, y al tener que en cada calidad el peso métrico también es diferente, por lo que esta herramienta nos ayuda a controlar el proceso.

### Calculo de longitud a cortar en caliente palanquilla larga

coeficiente de dilatación del acero	0.000012	Datos (pesos métrico en frío) Calidad 1525 (130 x 130mm) Peso Métrico Promedio = 131.70 Kg/m Calidad 1535-2 (130 x 130mm) Peso Métrico Promedio = 131.90 Kg/m Calidad 1020B (130 x 130mm) Peso Métrico Promedio = 130.42 Kg/m
peso métrico en frío	130.5	
Peso solicitado	1800	
longitud en frío	13.793	
temperatura de corte	960	
Delta L	0.155	
Logitud en caliente (900°C)	13.948	Cuanto centímetros r 15.476



#### 4.3. Gestión del tiempo:

El cumplimiento de los plazos detallados en la planificación de actividades del proyecto y los entregables alcanzados se fueron informando en cada reunión de coordinación dejándose registro en actas.

El control de avance se realizó a través de un seguimiento del cronograma de trabajo en el cual se fue registrando los avances de las actividades. Es importante mencionar que todos los plazos fueron cumplidos. Todos los detalles del avance se detallan en las actas de reunión.

#### 4.4. Gestión de la relación con personas y áreas claves de la organización:

Cabe resaltar que los integrantes del C.C.C. INNOVACIÓN en todo momento y a través del facilitador, mantuvieron las relaciones pertinentes con las áreas comprometidas para la habilitación de recursos y quienes brindan el servicio, como son:

- ? Jefatura de Programación y Control de Mantenimiento (PCM).- por brindar los datos referentes al control de tiempos de paradas de equipos, así como la información técnica requerida y la programación de actividades.
- ? Jefatura de Logística.- por brindar los datos referente a los costos de los repuestos así como por realizar las gestiones de logística necesarias

para el desarrollo del proyecto y la coordinación con nuestros proveedores.

- ? Jefatura de Acería.- por el apoyo brindado para el montaje y las pruebas requeridas en la implementación de las mejoras.
- ? Jefatura de Talleres de Maestranza.- por brindar el apoyo en la fabricación y modificación de accesorios requeridos en los nuevos diseños planteados por el C.C.C.
- ? Jefatura de Ingeniería.- por el aporte en la actualización de los planos de las mejoras ejecutadas.

#### **4.5. Documentación:**

La documentación utilizada, para el estudio y desarrollo del presente proyecto, por el C.C.C. INNOVACIÓN ha sido la siguiente:

- ? Documentos ISO 9000.
- ? Metodología de Solución de Problemas.
- ? Actas de reunión
- ? Material didáctico técnico.
- ? Planos mecánicos, eléctricos y electrónicos.
- ? Fichas Técnicas.

### **5. Capacitación**

#### **5.1. Programa de capacitación del equipo:**

La capacitación del personal en Corporación Aceros Arequipa S.A. forma parte del Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001, esta capacitación se inicia con la identificación de las necesidades de capacitación de todo el personal de la compañía, esta identificación la realizan los jefes inmediatos de cada personal en los últimos meses del año para diseñar el plan del siguiente año. En ella se plantean los cursos que se requiere según el puesto de trabajo, así mismo los cursos que cada personal está en posibilidades de dictarlo y los documentos ISO 9001 relacionados con el puesto de cada trabajador.

Una vez recolectada toda la información de las diversas áreas se procede a diseñar el plan anual de capacitación, para lo cual se unen el perfil de puestos de trabajo y la información que envían las diferentes entidades educativas.

La capacitación relacionada con Herramientas de Calidad y Metodología de Solución de Problemas es impartida voluntariamente al personal de la compañía. Una vez que un grupo de trabajadores decide formar un equipo de mejora.

Los integrantes del C.C.C. INNOVACIÓN así como todos los miembros de la Corporación de Aceros Arequipa S.A., hemos sido capacitados a través del programa anual de capacitación de cursos Técnicos y Herramientas de la Calidad, que es programado por el departamento de recursos humanos.

## 5.2. Impacto en las actividades de capacitación:

Una de las formas que tiene Corporación Aceros Arequipa para evaluar la capacitación es través de los siguientes registros:

EVALUACION DEL PARTICIPANTE AL CURSO  
EVALUACION DEL EXPOSITOR A LOS PARTICIPANTES.

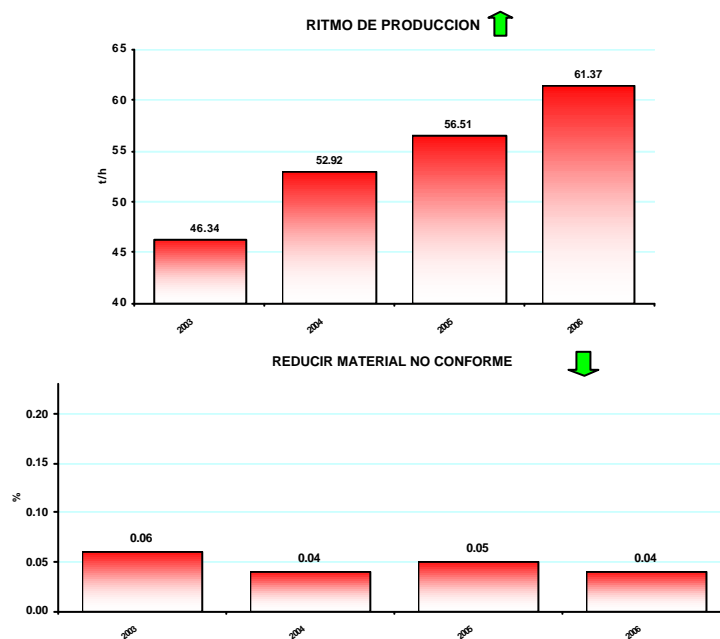
Con la información obtenido del primer registro, podemos saber si la capacitación teórica cubrió con los objetivos trazados, de lo contrario no ha de servir para mejorar futuras capacitaciones.

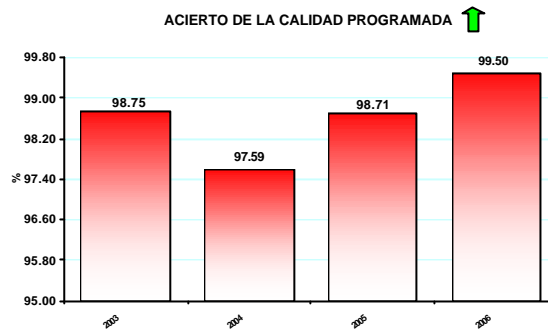
Con la información del segundo registro, podemos saber a que nivel de comprensión y/o aplicación llegó al participante. En caso de no cubrir una evaluación satisfactoria, debemos hacer una reprogramación para que el participante vuelva a ser capacitado y de esta manera asegurarnos una capacitación efectiva.

La capacitación se caracteriza por incidir en dinámica de grupos, plena participación de los asistentes, y una constante y permanente motivación para el desarrollo de los trabajadores.

La otra forma con que cuenta la empresa para evaluar la capacitación es a través de los indicadores de productividad de cada puesto de trabajo, es aquí donde se percibe si la capacitación específica para cada trabajador esta siendo efectiva o no y definir las acciones pertinentes en caso sea necesario.

Los principales indicadores de productividad relevantes para del Departamento de Acería son:





Viendo los principales indicadores del departamento de Acería, podemos evidenciar que el entrenamiento y la capacitación viene repercutiendo positivamente en los indicadores de calidad. Gracias a la inversión en capacitación se ha logrado las metas planificadas.

## 6. Creatividad

### 6.1. Habilidad para encontrar soluciones de bajo costo y alto impacto:

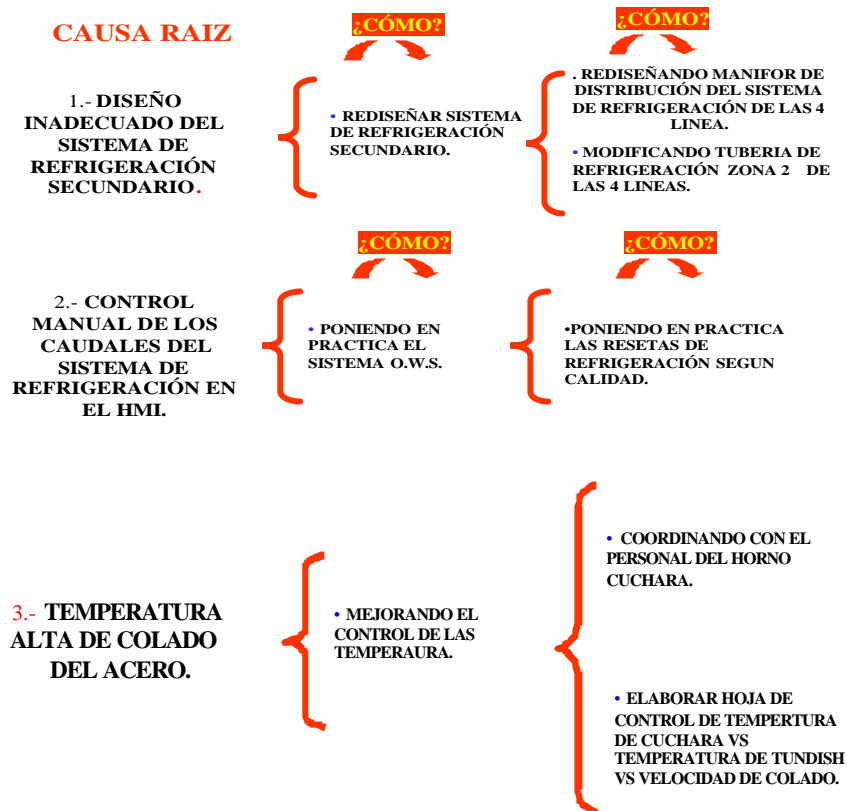
En el presente proyecto se utilizó otra herramienta de calidad como es el ARBOL DE SOLUCIONES, es una técnica sencilla y de mucha utilidad cuando las personas que la aplican tienen mucha experiencia en el proceso que se desea mejorar.

Esta técnica representa una cadena de soluciones resultantes de la pregunta ¿Cómo solucionar cada una de las actividades planteadas...? (puede ser llamado como técnica del “¿Cómo...? Como...”).

### VARIACIÓN DEL PESO POR VARIACIÓN DEL ROMBO



## VARIACIÓN DEL PESO POR RECORTE DE RECHUPE



## VARIACIÓN DEL PESO POR POSICIONAMIENTO INADECUADO DEL CARRO DE CORTE DEL EQUIPO ROKOP



## VARIACIÓN DEL PESO POR PESO EN LA LONGITUD MAXIMA

CAUSA RAIZ



1.-MOLDE PRODUCE PALANQUILLAS CON DIFERENTE PESO METRÍCO.

•SELECCIONAR MOLDE QUE ARROGEN UN AREA MAYOR A 0.0172900

. DESARROLLANDO UNA HOJA DE CALCULO QUE ME PERMITA SELECCIONAR EL MOLDE SI CUELA O NO CUELA DEFINIDO POR SU AREA DEL PIE DEL MOLDE VALIENDOCE DEL VALOR MINIMO 0.0172900

Luego de haber determinado la solución de las 13 actividades, estas son plasmadas en la herramienta de calidad 5W +1H; con la finalidad de planear la ejecución de las mismas. Esta herramienta nos permitirá definir con claridad la implementación del proyecto y determinar la manera de realizar cada una de las actividades.

### HERRAMIENTA DE CALIDAD 5W+1H

Nº	¿QUE?	¿POR QUE ?	¿QUIEN?	¿CUANDO?	¿COMO?	¿DONDE?
1	REDUCIR LA TOLERANCIA DE LUZ ENTRE ESPACIADOR Y LINGOTERA DE 0.2 A 0.1 MM	DECENTRADO DE LA CAMISA DE REFRIGERACIÓN	MEC DE LINGOTERA	CADA MONTAJE O INSPECCIÓN	SIGUIENDO LAS INTRUCCIONES PIPA011CC	TALLER DE PORTALINGOTERA
2	MODIFICAR LOS ESPACIADORES DE LA CAMISA DE REFRIGERACIÓN DE LA PORTALINGOTERA	DEFICIENCIA EN LA CALIBRACIÓN DE LA LUZ ENTRE CAMISA Y MOLDE	MEC DE LINGOTERA	EN LOS MESES DE SETIEMBRE Y OCTUBRE	DISEÑANDO ESPACIADORES	TALLER DE PORTALINGOTERA
3	REDUCIR A 200 COLADA LIMPIEZA LA LIMPIEZA DE LOS MOLDES	POSIBLE DESCALIBRACIÓN	MEC DE LINGOTERA	CADA VEZ QUE LLEGUE EL MOLDE A 200 COLADAS	SIGUIENDO LAS INTRUCCIONES PIPA011CC	TALLER DE PORTALINGOTERA
4	VERIFICAR LA INSPECCIÓN DE LA CALIBRACIÓN SI EL ROMBO LLEGA A 4 %	POSIBLE DESCALIBRACIÓN	MEC DE LINGOTERA	CUANDO EL ROMBO SUPERE EL 4 %	SIGUIENDO LAS INTRUCCIONES PIPA011CC	TALLER DE PORTALINGOTERA
5	REDISEÑO DE MANIFOLD DE DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE LAS 4 LINEAS	MAL DISEÑO	ING J.BERNA SR C. TORREZ	EN LOS MESES DE SETIEMBRE	RECALCULANDO LOS NUEVOS RATIOS DE AGUA	CAMARA DE REFRIGERACIÓN
6	MODIFICACIÓN DE TUBERIA DE REFRIGERACIÓN DE LAS 4 LINEAS	TUBERIA MAL DISEÑADA PARA EL CAUDAL DE TRABAJO	ING J.BERNA SR C. TORREZ A.SAENZ	EN LOS MESES DE SETIEMBRE	TAPONEANDO LOS CAÑITOS PARA VER EL EFECTO	CAMARA DE REFRIGERACIÓN
7	PONER EN PRACTICA LAS RESETAS DE REFRIGERACIÓN QUE MEJOR HAN TRABAJADO	DIFERENTE CRITERIOS DE REFRIGERACIÓN	A.SAENZ V.LOPEZ J.VERA	EN LOS MESES DE SETIEMBRE	EVALUANDO LAS MEJORES CAMPANAS	AREA DE COLADA CONTINUA

Nº	¿QUE?	¿POR QUE ?	¿QUIEN?	¿CUANDO?	¿COMO?	¿DONDE?
8	COORDINACIÓN CON EL PERSONAL DEL HORNO CUCHARA	ENVIO DE CUCHARA CON TEMP ALTA	A.SAENZ V.LOPEZ	ENVIE LA CUCHARA CON TEMP ALTA	COMUNICANDO AL HORNO	ENTRE CABINAS COLADA Y HORNO
9	ALABORAR HOJA DE CONTROL DE TEMPERATURA DE CUCHARA VS TEMP DE TUNDISH VS VELOCIDAD VS N # DE LINEAS QUE CUELA	FALTA DE CRITERIO DEL PERSONAL DEL HORNO CUCHARA	ING J.BERNA A.SAENZ	EN LOS MESES DE NOVIEMBRE DICIEMBRE	SEGUIMIENTOS ALAS TEMPERATURA Y VELOCIDAD	AREA DE COLADA CONTINUA
10	CAPACITACIÓN DE REGULADORES DE CAUDAL Y APLICACIÓN	DESCONOCIMIENTO DEL SISTEMA NEUMÁTICO	J.VERA	19-Ene-07	EXPOSICIÓN DE CAPACITACIÓN AUTONOMA	AULA DE CAPACITACIÓN DE COLADA CONTINUA
11	VARIFICACIÓN DE LOS CAUDALES DE TRABAJO DE LOS PISTONES	VARIACIÓN DEL FLUJO DE TRABAJO DE LOS PISTONES	O.RAMOS J. DE LA CRUZ	EN LOS MESES OCTUBRE NOVIEMBRE	VERIFICANDO LA VELOCIDAD DEL BASTAGO	EN EL EQUIPO DE CORTE ROKOP
12	MECANIZADO DE UN ALOJAMIENTO CONCAVO EN LA REGLA EN EL PUNTO DE INICIO DE CORTE	INESTABILIDAD EN EL CARRO DE CORTE DEL EQUIPO ROKOP	I.HURTADO V.LOPEZ	EN LOS MESES OCTUBRE NOVIEMBRE	MECANIZADO DE REGLA	TALLER DE MAESTRANZA
13	SELECCIÓN DE MOLDE QUE ARROGEN UN AREA MAYOR A 0.0172900	PESO DE LA PALANQUILLA NO LLEGA A 564 KG	MEC. DE LINGOTERA	PRODUSCA PALANQUILLA MAYOR A 562KG	VALIENDOCE DE LOS VALORES DEL MOLDE	EN LA PC DE DE LA CABINA DE COLADA CONTINUA

## 6.2. Originalidad de la solución planteada:

El C.C.C. Innovación ha definido soluciones prácticas con la finalidad de eliminar las causas raíces del problema, las cuales han sido coordinadas con las jefaturas de Colada Continua, Acería y Mantenimiento.

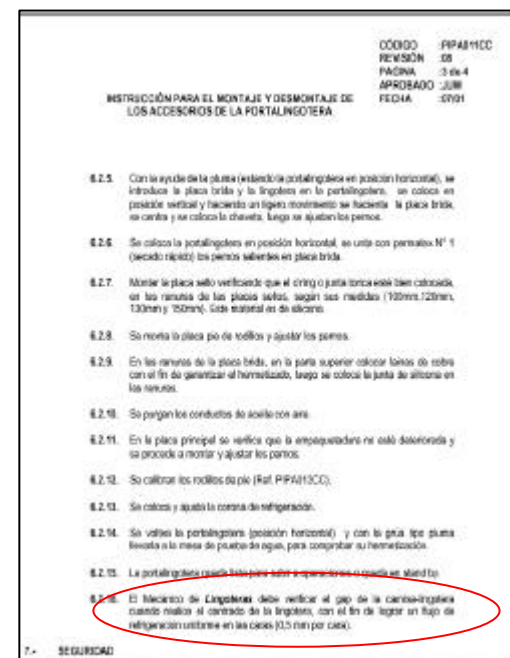
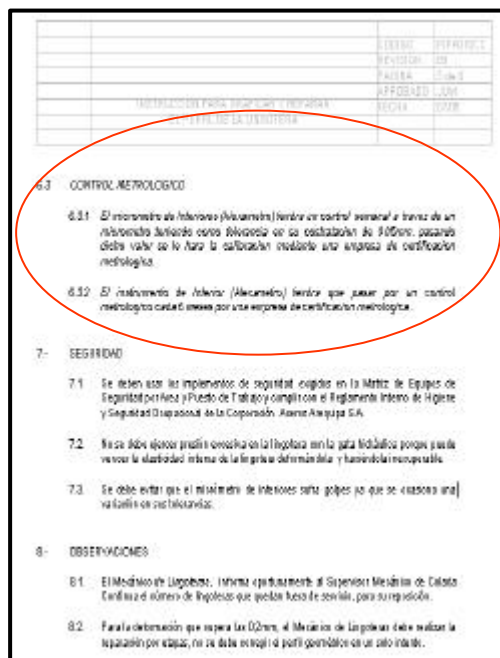
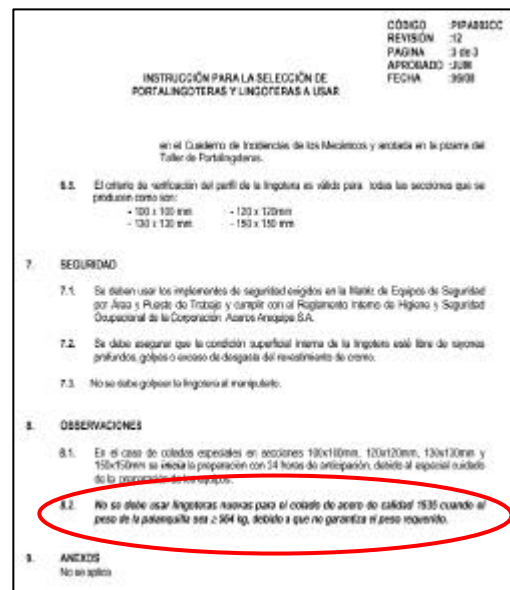
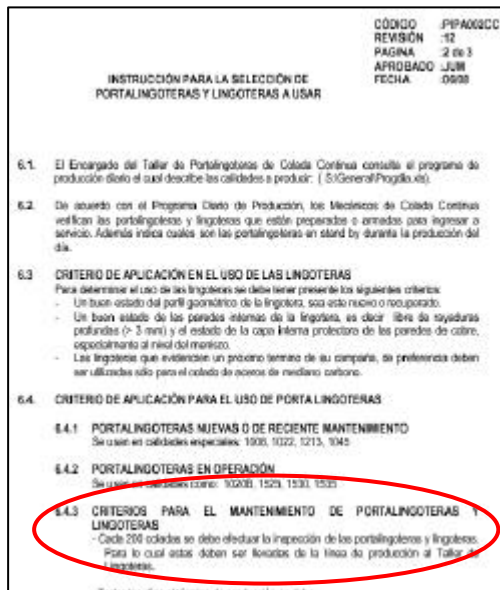
Las soluciones de los Círculos de Calidad de CAASA están orientadas a aprovechar al máximo los recursos existentes en la empresa, varias de ellas son muy sencillas pero de gran impacto por sus excelentes resultados. Las modificaciones en la refrigeración secundaria han sido importantes para reducir los defectos internos de la palanquilla, permitiendo disminuir la presencia de rechupes

En el punto 6.1 se detallan las soluciones implementadas para cada causa raíz.

## 7. Continuidad y mejora de los resultados.

### 7.1. Continuidad y mejora de los resultados:

Con el objetivo de mantener en el tiempo las mejoras desarrolladas por el equipo de mejora, se han actualizado documentos del sistema de gestión. En estos documentos se detallan las nuevas prácticas operativas para el montaje y desmontaje de los accesorios de las portalingoteras, se incluye de igual forma el control semanal que debe aplicarse a las portalingoteras a través del Alexámetro, estableciendo así el criterio para el mantenimiento de las portalingoteras. De esta manera se garantizan los óptimos resultados logrados gracias a los trabajos de mejora implementados por el Círculo de Control de Calidad Innovación.



## 8. Resultados

A continuación detallamos los resultados obtenidos luego de la implementación de las mejoras en lo relacionado con los clientes interno, el beneficio económico y los resultados de eficiencia organizacional.

### 8.1. Resultados de orientación hacia el cliente interno

Las mejoras realizadas para reducir la variación del peso de la palanquilla nos permite asegurar la reducción del producto de segunda comercial el cual originaba reclamos de nuestros clientes. Todo esto nos indica que nuestro cliente interno se encuentra mucho mejor atendido. Se manejan indicadores con relación a los requisitos del cliente interno (Ver encuesta de satisfacción)



- ? Peso de palanquilla de 13.80 metro con rombocidad de 7% pesa 1825 kilos
- ? Peso de palanquilla de 13.80 metro con rombocidad de 3% pesa 1800kg
- ? La perdida es de 25 kilos por palanquilla.

Entonces:

25 kilos x 8 barras por colada x 4 veces por semana x 4 semanas x11 meses = 35,200 toneladas

35,200 x \$380 por toneladas de acero = \$13.376

costo de ahorro - costo de modificación = ganancia  
 \$13.376 - \$669.02 = \$12,706.98

**Mejora #2: Recorte de palanquilla por rechupe**

La presente modificación tiene como objetivo mejorar la eficiencia del sistema de refrigeración secundario para ello se realizaron dos modificaciones

1.- Incrementar las dimensiones de las tuberías de distribución del manifold de 3" a 8" con la finalidad de obtener mas flujo de agua y evitar perdidas de presión.

<b>COSTO POR MANO DE OBRA</b>	<b>\$ 174.31</b>
<b>COSTO POR MATERIALES</b>	<b>\$ 1760.15</b>
<b>COSTO POR MAQUINA</b>	<b>\$ 48.30</b>
<b>TOTAL DE INVERSIÓN</b>	<b>\$ 1982.76</b>

2.- Reducir la cantidad de pulverizadores por tubería en la zona II de 23 pulverizadores a 12 con la finalidad de incrementar la presión de trabajo a un mismo caudal.

CODIGO	CONSUMO	CANTIDAD	COSTO UN	COSTO TOTAL
3310006	DISCO DE CORTE	1 UN	\$ 1.91	\$ 1.91
3310008	DISCO DE DESBASTE	1 UN	\$ 2.76	\$ 2.76
3220054	ELECTODO 3/32	1 KILO	\$ 22.81	\$ 22.81
	1JORNAL X TUBERIA	8 HRS X TUBERIA	\$ 22.01	\$ 22.01
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 49.49</b>

El costo por el rediseño de una tubería es \$ 49.49 el costo total en la modificación es de \$ 49.49 x 16 tuberías = \$791,84

Inversión total en las modificaciones

Manifold de distribución \$ 1,044.34  
 Rediseño de tubería zona II \$ 791.84

Inversión total \$ 1,836.18

### Ahorros Generados:

En el beneficio que se consiguió mejorando la presión en el sistema de refrigeración secundario es eliminar los defectos por rechupe por lo que ya este ya no sale en los extremo de la palanquilla. teniendo un peso más real. en las muestras tomadas en el 3er paso nos dio que diariamente se acondicionaban 46 palanquilla. para esto se calculara con los días producidos y cuantificaremos la perdida por el acondicionamiento por rechupe.

En el acondicionamiento se usa gas, oxígeno, boquilla el costo es por 1 semana de consumo de los siguientes artículos.

CODIGO	CONSUMO	CANTIDAD	PRESIO UNIDAD	PRESIO TOTAL
910008	gas propano	1un	\$ 35.92	\$35.92
910014	oxigeno	10 un	\$ 11.27	\$112.7
1863019	boquilla	1un	\$ 12.69	\$12.69
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 161.31</b>

El costo de acondicionamiento por semana es de \$ 161.31 el total seria de.

$$\$161.31 \times 4 \text{ semana} \times 11 \text{ meses} = \$ 7097,64$$

### Consumo de tobera antes de la modificación

codigo	producto	cant por tuberia	# de tuberia	# de lineas	total	consumo al año	total
4768025	tobera jato	23	4	4	368	3 VECES	1104

### Consumo de tobera después de la mejora

codigo	producto	cant por tuberia	# de tuberia	# de lineas	total	consumo al año	total
4768025	tobera jato	12	4	4	192	3 VECES	576

### Ahorro de consumo de tobera

antes	ahora	ahorro
1104	576	528 TOBERAS

### Costo de consumo de toberas

codigo	PRODUCTO	COSTO UN	CANTIDAD	COSTO TOTAL
4768025	TOBERA	\$ 8.23	1104	\$ 9,085.92
	TOBERA	\$ 8.23	528	\$ 4,345.44

El ahorro por reducción del pulverizador es de

ANTES	AHORA	AHORRO
\$ 9,085.92	\$ 4,345.44	\$ 4,740.48

El ahorro es de = \$4,740.48

La suma de los beneficios serian:  
 por acondicionamiento \$ 7,097.64  
 por reducción de pulverizadores \$ 4,740.48  
 Total de \$ 11,838.12

costo de ahorro - costo de modificación = ganancia

\$ 11.838.12 - \$ 1,259.48 = \$10,578.64

Mejora #2: Posicionamiento inadecuado del carro de corte del equipo rokop

La presente modificación tiene como objetivo minimizar la variación de peso en la palanquilla para ellos se verificaron los siguientes puntos.

- 1.-tiempo de respuesta del accionamiento del brazo clamp.
- 2.-influencia entre la distancia de los brazos del clamp.
- 3.-posicionamiento y estabilidad del carro rokop (Diseño alojamiento cóncavo para el rodamiento en croche en la regla).

En la situación anterior se hizo una verificación del peso pudiendo identificar peso fuera de tolerancia del peso nominal y esto era por la inestabilidad del en su punto de inicio de corte de 15 mm perdiendo 1.5 kg. entre palanquilla.

Una vez implementado la mejora se volvió a verificar el peso de las palanquillas en sucesión de una colada completa y se comprobó que la variación en algunos caso era de 400 gramos como máximo entre palanquilla mejorando la variación de peso.

Mostramos los valores de la condición anterior para luego sacar los datos para cuantificar la perdida originada.

# de palanquilla	peso menor al peso nominal 559	peso nominal 559	peso mayor al peso nominal 559	perdida por peso mayor
pesada	nominal 559	559	nominal 559	peso mayor
1	558.6	559.0	560.4	1.4
2	558.4	559.0	559.8	0.8
3	558.8	559.0	560.2	1.2
4	558.6	559.0	560.6	1.6
5	558.6	559.0	561.0	2.0
6	558.0	559.0	560.4	1.4
7	558.6	559.2	559.8	0.8
8	558.6	559.2	561.0	2.0
9	558.4	559.2	560.8	1.8
10	558.0	559.0	560.0	1.0
11	558.6	559.2	559.8	0.8
12	558.6	559.4	560.0	1.0
13	558.8	559.2	560.4	1.4
14	558.2	559.4	560.2	1.2
15	558.6	559.2	561.0	2.0
16	558.0	559.4	560.0	1.0
17	558.2	559.4	560.8	1.8
18	558.6	559.0	561.2	1.2
19	558.2	559.4	561.4	1.4
20	558.4	559.0	560.4	1.4
21		559.0	560.6	1.6
22		559.4	559.8	1.8
23			559.8	1.8
24			560.4	1.4
25			560.6	1.6
26			561.0	2.0
27			561.4	2.4
28			561.6	2.6
29			560.8	1.8
30			560.4	1.4
				<b>45.6 kilos</b>
<b>promedio</b>	<b>558.4 kg</b>	<b>559.2 kg</b>	<b>560.5 kg</b>	

Perdida 1.5 kg. por cada palanquilla mayor al peso nominal

CODIGO	ALOJAMIENTO CONCAVO DE 4 REGLAS	CONSUMO UN	COSTO \$ UN	COSTO TOTAL
3310008	DISCO DE DESBASTE	1 UN	\$ 2.76	\$ 2.76
3043062	PERNO M16 X130MM	8 UN	\$ 0.75	\$ 6
3088019	TUERCA M16	8 UN	\$ 0.06	\$ 0.48
3007024	ANILLO PLANO	16 UN	\$ 0.04	\$ 0.64
	HORAS DE TRABAJO	8 HRS	\$ 22.01	\$ 22.01
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 31.89</b>

Ahorros Generados:

En la siguiente modificación se estabiliza la posición del carro originando un ahorro entre palanquilla como vemos el peso perdido era de 1.5 kilos en 30 palanquillas

$$1.5 \times 30 \text{ barra} \times 28 \text{ coladas diaria} \times 30 \text{ días} \times 11 \text{ meses} = 415,800 \text{ Ton}$$

$$415,800 \text{ Ton} \times \$380 \text{ precio por tonelada de acero} = \$ 158,004.000$$

perdida anual

costo de ahorro - costo de modificación = ganancia

$$\$ 158,004.000 - \$ 31.89 = \$ 158,003.968$$

En resumen los costos por modificación y los beneficios obtenidos por cada uno de ellos.

INVERSIÓN	COSTO \$	AHORRO	AHORRO \$
MODIFICACIÓN DE CAMISETA DE REFRIGERACIÓN	\$ 669.02	REDUCCIÓN DE EXCESO DE PESO POR INESTABILIDAD DE ROMBO	\$ 12,706.98
MODIFICACIÓN DE MANIFOLD DE DISTRIBUCIÓN	\$ 1,982.76	DEJAR DE ACONDICIONAR POR RECHUPE	\$ 7,097.94
MODIFICACIÓN DE TUBERIA ZONA II	\$ 791.84	REDUCCIÓN DE 23 PULVERIZADORES A 12 PULVERIZADORES	\$ 4,740.48
MODIFICACIÓN DE REGLA DE EQUIPO DE CORTE	\$ 31.89	ESTABILIZACIÓN DE POSICIÓN DE EQUIPO DE CORTE	\$ 158,004.000
<b>COSTO DE INVERSIÓN</b>	<b>\$ 3,475.51</b>	<b>AHORRO TOTAL</b>	<b>\$182,549.4</b>

El Ahorro Neto = Costo De Inversión – Ahorro Total  
 Ahorro Neto = \$ 3,475.51 - \$ 182,549.4 = \$ 179,048.89

### Cálculo del Retorno de la Inversión

$$\text{RETORNO DE LA INVERSION} = \frac{\text{TOTAL DE LA INVERSION X 365 días}}{\text{AHORRO NETO}}$$

$$\text{RETORNO DE LA INVERSION} = \frac{\$ 3,475.51 \times 365 \text{ días}}{\$ 182,549.4}$$

**Retorno de la Inversión = 7 Días**

### 8.3. Resultados de la eficiencia organizacional:

Nuestras mejoras incidieron en asegurar los ritmos de producción de la colada continua sino que redujeron mejoraron la calidad de la Palanquilla reduciendo los reclamos de nuestros clientes por la segunda comercial.