

Aumento de productividad en las líneas de crisoles del área de refinación de la
empresa Johnson Controls

FELIPE ANDRES ARANGO CORDOBA
JHONATHAN MOLINA

Institución universitaria Antonio José Camacho
Facultad de ingeniería
Tecnología en producción industrial
Santiago de Cali
2018

Aumento de productividad en las líneas de crisoles del área de refinación de la empresa Johnson Controls.

**FELIPE ANDRES ARANGO CORDOBA
JHONATHAN MOLINA**

Temática de grado

Asesor:
Ing. WALTER DONNEYS

Institución universitaria Antonio José Camacho
Facultad de ingeniería
Tecnología en producción industrial
Santiago de Cali
2018

AGRADECIMIENTOS

Los resultados de este anteproyecto, Primeramente, están agradecidos a ti Dios por bendecirnos para llegar hasta donde hemos llegado, y porque hiciste realidad este sueño tan anhelado.

Al Ingeniero Hugo Alejandro Galvis de la compañía JOHNSON CONTROLS S.A.S, quién con guía nos ayudó a aplicar todos nuestros conocimientos.

A la INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ANTONIO JOSÉ CAMACHO por darnos la oportunidad de ser parte de esta comunidad y otorgarnos el título de profesional.

También agradecer a nuestros docentes que durante toda nuestra formación profesional han aportado con un granito de arena.

De igual manera agradecer a nuestro docente de anteproyecto de grado, Ing. Javier Darío Mantilla Mejía por sus recomendaciones críticas para realizar este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	7
1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	9
2.1 Planteamiento del problema	9
3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
4. SISTEMATIZACIÓN	14
5. JUSTIFICACION.....	15
6. OBJETIVOS.....	16
6.1 Objetivo General.....	16
6.2 Objetivo Especifico.....	16
7. MARCO DE TEORICO	17
7.1 lead manufacturing	17
7.2 Kaizen.....	17
7.4 Efectividad general del equipo (O.E.E).....	17
7.5 Métodos y tiempos.....	19
8. ACTIVIDADES DESARROLLADAS	20
8.1 Determinar los tiempos estándares actuales de los procesos que afectan el indicador del E.G.E.....	20
8.2 Analizar las actividades que no agregan valor, para establecer mejoras o eliminarlas si es posible, espina de pescado, diagrama de hilos, F.IF.O.....	22
8.2.1 X1 Falta de control en tiempos de cargue y descargue (trasiego):.....	24
8.2.2 X2 falta control en rutina de limpieza de crisoles:.....	25
8.2.3 X3 no existe una secuencia estandarizada para cambios de referencia:	26
8.2.4 X4 no se encuentran estandarizados los sitios de almacenamiento de materia prima y herramientas:	27
8.3 Establecer los tiempos estándares respectivos que permitan mejorar el EGE	29
8.3.1 control de tiempos en cargue:.....	29

8.3.2 Establecer limpieza de crisoles:.....	30
8.3.3 Definir cambios de referencia:	32
8.3.4 Establecer almacenaje de materia primas:	33
8.4 Establecer el costo beneficio de la implementación del método.....	35
Mejorado.....	35
9. RESULTADOS ALCANZADOS	36
10. CONCLUSIONES	37
11. RECOMENDACIONES	38
13.1 Acta de reunión control de tiempos de cargue y trasiego (descargue)	39
13.2 Cronograma limpieza de crisoles refinación	40
13.3 Lección de un punto (LUP)	40
13.4 Programa de producción de plomo refinado	41
13.5 Acta de reunión secuencia cambios de referencia	42
13.6 Lección de un punto ubicación y distribución adecuada de materia prima	43
12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Planta jhnoson controls	9
Figura 2. Área de refinación: crisol línea 2.....	10
Figura 3. Diagrama de flujo proceso de refinación	11
Figura 4. Gráfico de plomo refinado año fiscal 2017 área refinación.	12
Figura 5. Correlación entre disponibilidad productividad y calidad	18
Figura 6. Pareto de tiempos de proceso área refinación en la línea de crisoles ...	20
Figura 7. Paretode tiempos de operación en el crisol 1.....	21
Figura 8. Diagrama causa y efecto.....	22
Figura 10. Crisol con paredes encostradas sin limpieza	25
Figura 11. Zona de almacenamiento de materias prima (plomo chatarra)	27
Figura 12. Zona de almacenamiento de materias prima (plomo chatarra)	27
Figura 13. Diagrama de hilos, transporte de materia prima cargue crisoles.	28
Figura 14. Cronometro crisol 1	29
Figura 15. Crisoles con plomo adherido a las paredes vs crisoles limpios.....	30
Figura 16. Orden de producción plomo refinado antes y después	32
Figura 17. Diagrama de hilos	33
Figura 18. Zonas de almacenamiento de materias primas antes y después	34
Figura 19. Grafico producción de plomo refinación 2017 vs 2018	35

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Produccion vs programa de plomo refinado mensual.....	13
Tabla 2. Criticidad de causas en el proceso de refinación.	23
Tabla 3. V.S.M tiempos que agregan valor (si/no) al proceso. ... ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 4. Tiempo de utilización crisoles refinación	24
Tabla 5. Promedio de un lote producido en toneladas año 2016 vs 2017	25
Tabla 6. Secuencia cambios de referencia.....	26
Tabla 7. Calculo costo de perdida por contaminación de materia prima (estaño) .	26
Tabla 8. Distancias de desplazamiento al utilizar materia prima (plomo chatarra).	28
Tabla 9. Producción de plomo refinado crisoles con paredes sucias vs crisoles limpios	31
Tabla 10. Secuencia ideal cambios de referencia.....	32
Tabla 11. Tiempos de desplazamiento	33
Tabla 12. Ahorros obtenidos del proyecto	36

1. INTRODUCCIÓN

La industria es el pilar más importante de la economía de cualquier país, ya que contribuye de una manera valiosa en el desarrollo económico, generación de empleo e innovación tecnológica, sin embargo, para el constante desarrollo de esta es necesario garantizar una mayor competitividad en el mercado global.

Por esta razón, se crearon sistemas que sirven para medir la eficiencia productiva de las compañías y ayudar al crecimiento constante de esta.

Actualmente el área de baterías tiene proyectado un crecimiento y para que se de todas las áreas debe trabar para suplir las necesidades que esta requiera esto genera que toda la planta tenga sus procesos trabajando de una forma más eficiente

El enfoque de este proyecto se basa en el mejoramiento de los procesos productivos de la línea de crisoles en refinación ya que en la actualidad tiene una proyección de aumento en la producción, esto nos conlleva a diseñar una metodología de trabajo más eficiente, y a la aplicación de nuevas herramientas con el fin de determinar los puntos críticos del proceso que permita dar solución a los problemas encontrados.

Se espera que el presente proyecto ofrezca a la compañía una metodología que garantice el cumplimiento de la creciente demanda de plomo refinado para el 2018.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACION

2.1 Planteamiento del problema

La compañía Johnson controls es la más grande empresa dedicada a la elaboración y comercialización de baterías para el sector automotriz proporcionando energía a casi todo tipo de vehículos ; con centros de investigación y desarrollo en 5 países, Esta fábrica se encuentra ubicada en la Zona Industrial de Acopi Yumbo.

Figura 1. Planta jhnoson controls



Fuente: los autores

La compañía cuenta con un sistema de reciclaje que ha contribuido a que las baterías de automóviles sean el bien de consumo que más se recicla en el mundo. A nivel mundial, 15.000 empleados desarrollan, fabrican, distribuyen y reciclan baterías en más de 50 ubicaciones.

El área de reciclaje cuenta con una sección donde se refina el plomo que se extrae de la batería reciclada, este componente es procesado en ollas gigantes de hierro donde se funde el plomo con capacidad de procesar 45tonde plomo llamadas crisoles, por medio de agitación y temperatura se eliminan elementos impuros que trae inicialmente el plomo, como (estaño sn, antimonio sb, cobre cu) este proceso es llevado a una norma establecida por el departamento de calidad.

Figura 2. Área de refinación: crisol línea 2

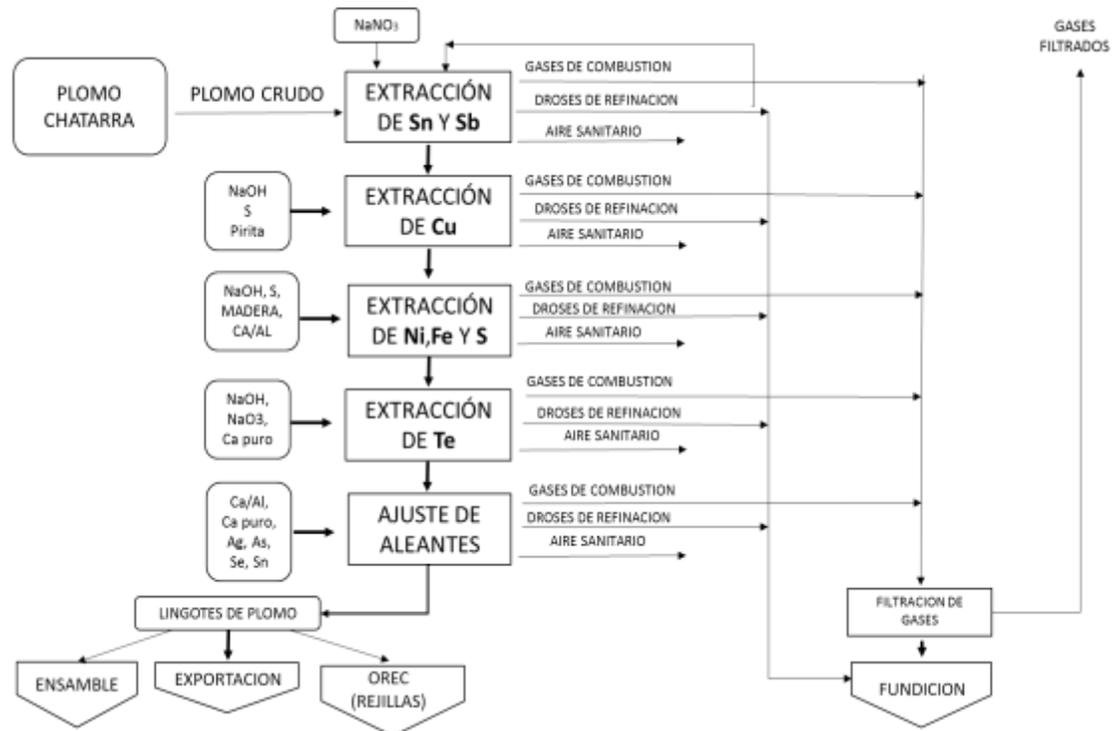


Fuente: los autores

En la anterior imagen podemos observar el área de refinación, arriba los crisoles u ollas en línea, en el tercer crisol se observa una bomba la cual está transfiriendo el plomo liquido por medio de una tubería calentada por una llama a la maquina donde se producen lingotes de plomo que se encuentra en la parte de abajo.

El área cumple con una producción de 3,88ton/hora la cual responde a la demanda que tiene nuestro cliente interno orec (rejillas) y ensamble.

Figura 3. Diagrama de flujo proceso de refinación



Fuente: los autores

Glosario:

- | | | |
|---------------|--------------------------|-------------------------|
| Sn: Estaño | Cu: Cobre | NaNO3: Nitrato de sodio |
| Sb: Antimonio | Ag: Plata | Se: Selenio |
| S: Azufre | NaOH: Hidróxido de sodio | Ca/Al: Calcio aluminio |
| As: Arsénico | | |

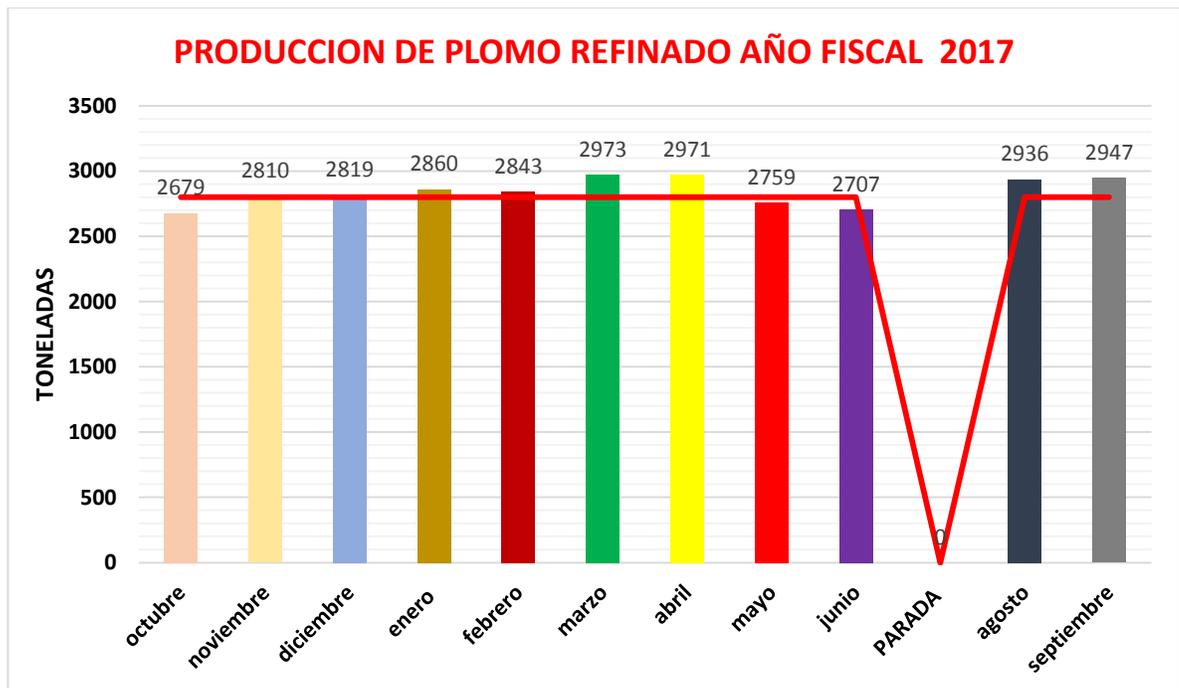
Entre esta producción se fabrican aproximadamente 7 clases de distintas de plomo refinado la cual es utilizada para la fabricación de placas conductoras al interior de la batería.

El área de refinación cumple con una demanda de lingotes de plomo refinado que en la actualidad se encuentra en promedio de 3,95 ton/hora para el 2017

(2017) $3.95 \text{ Ton} \times 24 \text{ horas} \times 30 \text{ días} = 2845 \text{ ton/mes}$ promedio de plomo refinado.

En la siguiente figura nos muestra la producción en toneladas de plomo refinado en el año fiscal del área de refinación línea de crisoles que va de octubre hasta septiembre.

Figura 4. Gráfico de plomo refinado año fiscal 2017 área refinación.



Fuente: los autores

Nuestro cliente interno planta de baterías (OREC) y ensamble tienen proyectado un crecimiento en ventas que requiere un consumo de plomo refinado de 4,3 Ton/hora para el próximo año 2018.

(2018) $4.3 \times 24 \text{ horas} \times 30 \text{ días} = 3100 \text{ ton/ mes}$ de plomo refinado.

Tabla 1. producción vs programa de plomo refinado mensual.

	PRODUCCION MES DE PLOMO REFINADO (TON/MES)	PROGRAMA DE PRODUCCIÓN DE PLOMO REFINADO
AÑO FISCAL	2017	
octubre	2679	2800
noviembre	2810	2800
diciembre	2819	2800
enero	2860	2800
febrero	2843	2800
marzo	2973	2800
abril	2971	2800
mayo	2759	2800
junio	2707	2800
PARADA	PARADA	PARADA
agosto	2936	2800
septiembre	2947	2800
promedio mensual de plomo refinado	2846	2800
TOTAL	34152	30800

Fuente: los autores

Teóricamente nuestras líneas de producción deben producir 2.25 ton/hora por cada línea. Como se trabajan dos líneas al tiempo se producen 4.5 ton/hora trabajando las 24 horas del día, la producción real está en 3.95 ton/hora en las dos líneas:

(2017) 3.95 Ton x 24 Horas x 30 Días = 2845 ton/mes promedio de plomo refinado

Capacidad instalada de la planta: 4.5Ton x 24 Horas x 30 Días = 3240 Ton /mes

$$\text{Eficiencia} = \frac{3.95 \text{ ton/hora}}{4.5 \text{ ton hora}} \times 100 = 87\%$$

Es decir que la eficiencia de nuestro proceso está en un 87% y se está dejando de aprovechar un 13% los cuales se denominan pérdidas

Para que una empresa sea más competitiva en el mercado, debe ser cada día más eficiente en sus procesos productivos reduciendo o eliminando los porcentajes denominados pérdidas.

3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera se puede aumentar la eficiencia en el año 2018 en la línea de crisoles de la Empresa Johnson Controls que permita alcanzar la meta de producción establecida por la compañía?

4. SISTEMATIZACIÓN

1. ¿Identificar los bloques de pérdida actuales en el proceso de refinación de los crisoles que permitan a través de un análisis la identificación de las posibles causas que deterioran el indicador del E.G.E?
2. ¿Qué actividades dentro del proceso no agregan valor al mismo?
3. ¿Cuál es el método ideal del proceso y sus tiempos estándares?
4. ¿Cuál es el costo beneficio que se obtiene en la línea al implementar esta mejora?

5. JUSTIFICACION

Este proyecto se basa en el incremento de la productividad, en las líneas de refinación, para llegar a obtener alta productividad y eficiencia en esta área de proceso.

Este proyecto nos enseña a determinar los factores que afectan los indicadores; con el fin de aplicar mejoras continuas en las líneas de refinación, de la manera más adecuada en cuanto a la producción.

Enfocándonos en las metodología kaizen, administración de la producción, lean, métodos y tiempos; llevando a cabo la mejor estrategia para lograr el cumplimiento de la meta en cuanto a un aumento del 10% en la producción ya que nuestra demanda así lo requiere.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo General.

Proponer un plan de mejoramiento continuo que nos permita incrementar la eficiencia en las líneas de refinación de la empresa Johnson Controls s.a.s

6.2 Objetivo Específico.

1. Determinar los tiempos estándares actuales de los procesos que afectan el indicador del E.G.E.
2. Analizar las actividades que no agregan valor para establecer mejoras o eliminarlas si es posible, por medio de la herramientas, espina de pescado, diagrama de hilos, F.IF.O.
3. Establecer un nuevo método definiendo los tiempos estándares respectivos que permitan mejorar el EG.E.
4. Establecer el costo beneficio de la implementación del método mejorado.

7. MARCO DE TEORICO

7.1 lead manufacturing

Es una metodología orientada a la eliminación o disminución de pérdidas o mudas. En un proceso, la mejora continua, la eliminación del desperdicio en la producción, la estabilización y estandarización de procesos. La principal filosofía en la que se sustenta el Lean Manufacturing radica en la premisa de que "todo puede hacerse mejor"; de tal manera que en una organización debe existir una búsqueda continua de oportunidades de mejora¹.

7.2 Kaizen

El término Kaizen es de origen japonés, y significa "cambio para mejorar", lo cual con el tiempo se ha aceptado como "Proceso de Mejora Continua". La traducción literal del término es:

KAI: Modificaciones

ZEN: Para mejorar

El principio en el que se sustenta el método Kaizen, consiste en integrar de forma activa a todos los trabajadores de una organización en sus continuos procesos de mejora, a través de pequeños aportes.

La implementación de pequeñas mejoras, por más simples que estas parezcan, tienen el potencial de mejorar la eficiencia de las operaciones, y lo que es más importante, crean una cultura organizacional que garantiza la continuidad de los aportes, y la participación activa del personal en una búsqueda constante de soluciones adicionales.

proceso, del mismo modo permiten conocer el tiempo asociado a dichas actividades.

7.4 Efectividad general del equipo (O.E.E)

El O.E.E es un indicador clave de desempeño, que permite medir la competitividad de la industria y compararse con respecto a los mejores de su clase que ya han alcanzado el nivel de excelencia. Reconocido por las principales industrias alrededor del mundo, este índice considera todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, la productividad y la calidad. Con éste, es

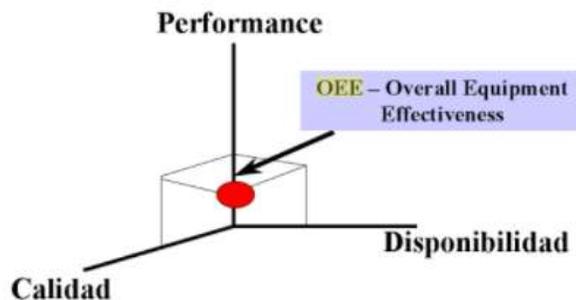
¹ (word class manufacturing, 2006)

posible detectar qué le falta a una máquina (o línea o planta productiva) para alcanzar el 100% de eficiencia, y qué se ha perdido por disponibilidad de la maquinaria, por baja de productividad o por disminución de la calidad al producir unidades defectuosas. En síntesis, este indicador representa el porcentaje del tiempo en que una máquina produce realmente piezas de calidad, comparadas con el tiempo que fue planeado para hacerlo.

La efectividad global del equipamiento de una planta es un problema complejo y por lo tanto sus elementos no tienen relaciones causas efecto univocas y por ello funcionan en una conjunción donde si uno de los elementos se hiciera cero todos los demás elementos no podrían compensar su falta.

Conceptualmente diríamos que:

Figura 5. Correlación entre disponibilidad productividad y calidad



Fuente: Belohlaver P.

La O.E.E atiende todas las pérdidas provocadas por el equipo, incluyendo:

- Que no esté disponible cuando se necesite debido a paros o pérdidas de configuración y ajuste.
- Que no corra a la tasa óptima debido a la velocidad reducida o idling (marcha en vacío) y a pérdidas menores de obstrucción.
- Que no entregue productos de primera calidad debido a defectos o a pérdidas por re-trabajo y re-arranque. (benjamin, 1980)

La O.E.E fue usada por primera vez por Seiichi Nakajima, el fundador del mantenimiento productivo total (TPM), al describir una medida fundamental para rastrear el rendimiento de la productividad. El desafío la visión complaciente de la efectividad al enfocarse no simplemente en mantener el equipo funcionando correctamente, sino en crear un sentido de responsabilidad conjunta entre los

operadores y el personal de mantenimiento para extender y optimizar el rendimiento global del equipo

7.5 Métodos y tiempos

Es una técnica de análisis y registro de los métodos existentes de cada proceso que permite mejorar la manera como se realiza el trabajo, la disposición de la materia prima, maquinaria y reducción de operaciones innecesarias para que los movimientos de los operarios sean más sencillos, eficientes y coordinados y de esta manera se mejore las condiciones de producción y se establezcan nuevos principios y procedimientos de trabajo que reduzcan los tiempos muertos, la fatiga y el trabajo degradante. El estudio de los movimientos más elementales para minimizar el tiempo del proceso y la fatiga de los trabajadores.

Como lo dice el autor niebel: Un buen programa de ingeniería de método sigue un proceso ordenado, que inicia con la selección del proyecto y termina con su implantación².

² (B.W, 2004)

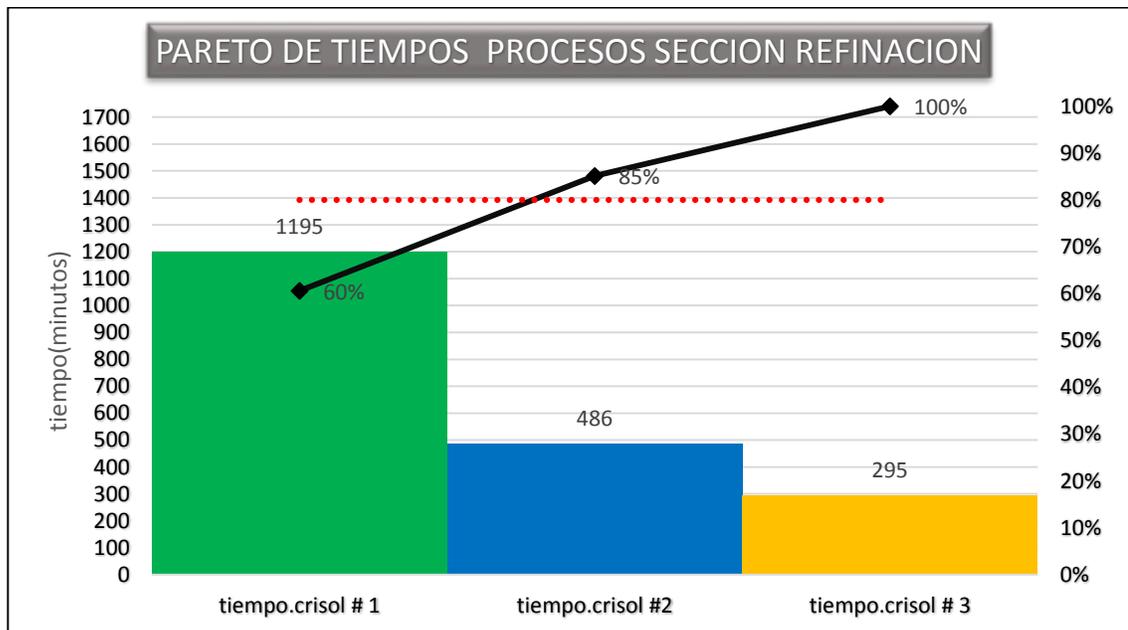
8. ACTIVIDADES DESARROLLADAS

8.1 Determinar los tiempos estándares actuales de los procesos que afectan el indicador del E.G.E.

Para determinar los tiempos por operación de la sección de refinación implementamos un diagrama de Pareto el cual nos identifica donde están los tiempos más representativos del proceso para determinar cuál es el proceso a mejorar.

Figura 6. Pareto de tiempos de proceso área refinación en la línea de crisoles

ETAPAS	TIEMPO(min)	PORCENTAGE	% ACUMULADO
crisol # 1	1195	60%	60%
crisol #2	486	25%	85%
crisol # 3	295	15%	100%
total	1976	100%	



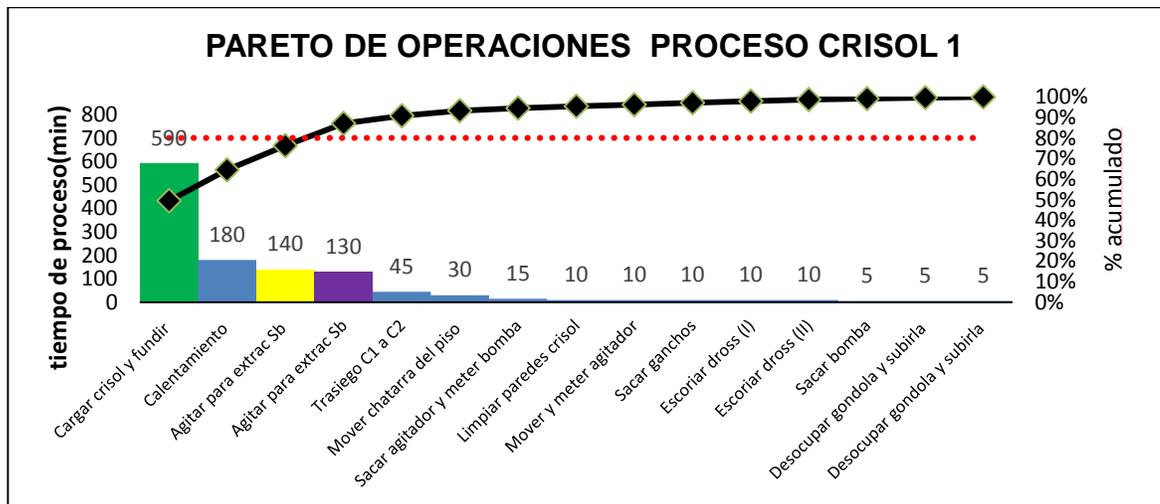
Fuente: El Autor

En la anterior grafica podemos ver reflejado los tiempos de cada etapa de proceso en la línea de crisoles, nos muestra que la etapa del crisol 1 tiene un tiempo de duración de 1195min, siendo esta la etapa más significativa de la línea.

En la etapa del crisol # 1 que es la más representativa a continuación representamos gráficamente los tiempos de duración de cada operación para definir según el Pareto la criticidad en donde enfocaremos la mejora.

Figura 7. Pareto de tiempos de operación en el crisol 1.

Actividad	TIEMPO (min)	PORCENTAGE	% ACUMULADO
Cargar crisol y fundir	590	49%	49%
Calentamiento	180	15%	64%
Agitar para extrac Sb	140	12%	76%
Agitar para extrac Sb	130	11%	87%
Trasiego C1 a C2	45	4%	91%
Mover chatarra del piso	30	3%	93%
Sacar agitador y meter bomba	15	1%	95%
Limpiar paredes crisol	10	1%	95%
Mover y meter agitador	10	1%	96%
Sacar ganchos	10	1%	97%
Escoriar dross (I)	10	1%	98%
Escoriar dross (II)	10	1%	99%
Sacar bomba	5	0%	99%
Desocupar gondola y subirla	5	0%	100%
Desocupar gondola y subirla	5	0%	100%
	1195	100%	



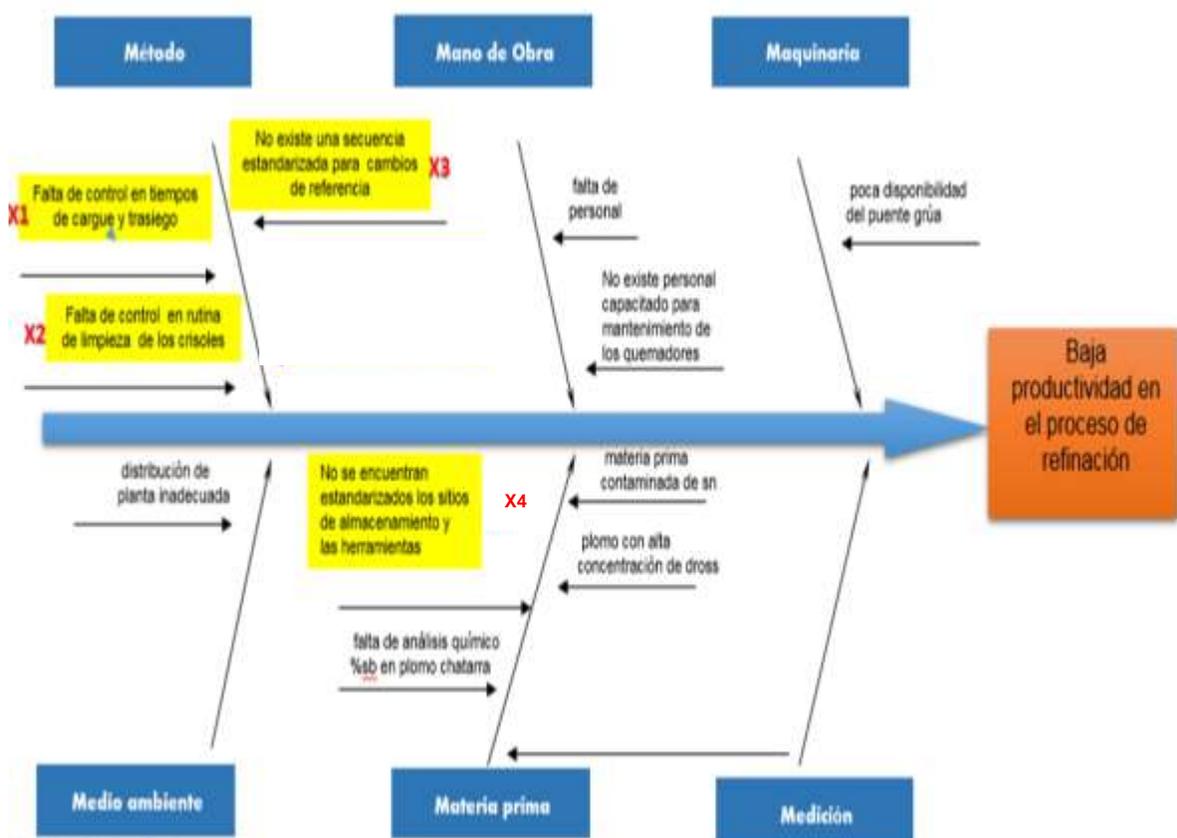
Fuente: El Autor

En la anterior grafica observamos las 15 operaciones que conforman la etapa en el crisol # 1 podemos determinar que el cargue y fundir es la mas

8.2 Analizar las actividades que no agregan valor para establecer mejoras o eliminarlas si es posible, espina de pescado, diagrama de hilos, F.IF.O.

Para identificar causas que nos afectan en el proceso, convocamos a un equipo multidisciplinario con formado por, operarios, Ingeniero de procesos, ingeniero de mejora continua, supervisor de producción y gerente de planta, se implementa una herramienta llamada espina de pez o método de análisis efecto causa.

Figura 8. Diagrama causa y efecto



Autor. Los autores

De este diagrama salen 4 causas de las cuales 3 se encuentran plasmadas en el método y 1 en materia prima.

Este análisis se realiza de acuerdo a una ponderación de criticidad que mostraremos a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 2. Criticidad de causas en el proceso de refinación.

Criticidad	bajo		medio	alto		X
	1	2	3	4	5	
Causas	operarios	Ing. De producción	Ing. De Mejora continua	Gerente del área	Total	
Falta de control en los tiempos de cargue y trasiego	3	4	3	4	14	X1
Falta de control en la rutina de limpieza de los crisoles	2	4	3	4	13	X2
Distribución de planta inadecuada	2	1	2	1	6	
No existe una secuencia estandarizada de cambios de referencia	3	3	3	3	12	X3
No se encuentran estandarizados los sitios de almacenamiento y herramientas	4	4	3	5	16	X4
Falta de análisis químico del porcentaje de antimonio en el plomo chatarra	3	2	2	1	8	
Falta de personal	3	1	1	1	6	
No existe personal capacitado para el mantenimiento de los quemadores	2	2	1	2	5	
Materia prima contaminada de estaño	3	1	2	1	7	
Plomo con alta concentración de dross	1	2	3	1	7	
Poca disponibilidad del puente grúa	3	3	1	1	8	

Autor. Los autores..

8.2.1 X1 Falta de control en tiempos de cargue y descargue (trasiego): estos tiempos se evidenciaron en el vsm como el tiempo total de las 15 etapas en el crisol # 1 y están relacionados con los que no agregan valor

En la siguiente tabla vemos representado los tiempos de operación totales en promedio mes a mes según los reportes de producción y se identifica una gran variación entre ellos que va de 1020 minutos hasta 1260 minutos, de acuerdo con esto podemos deducir que son tiempos que no se están controlando a los operarios.

Tabla 3. Tiempo de utilización crisoles refinación

AÑO FISCAL	TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN (MIN) CRISOL # 1
Octubre	1140
Noviembre	1320
Diciembre	1110
Enero	1320
Febrero	1260
Marzo	1200
abril	1020
Mayo	1218
Junio	1158
Julio	Parada
Agosto	1134
septiembre	1260
PROMEDIO DE TIEMPO (MIN)	1194



Autor: los autores.

8.2.2 X2 falta control en rutina de limpieza de crisoles: en refinación para poder aprovechar la capacidad máxima de los crisoles que es de 45 toneladas, no está establecida una rutina de limpieza la cual genera que se disminuya la capacidad del crisol como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4. Promedio de un lote producido en toneladas año 2016 vs 2017

AÑO	PRODUCCIÓN EN PROMEDIO DE UN LOTE EN TONELADAS
2016	44,8
2017	43,3

Autor: los autores

En las siguientes imágenes se evidencia como se adhiere el plomo a la pared de la olla u crisol formando un grueso recubrimiento y quitándole capacidad de producción al crisol.

Figura 9. Crisol con paredes encostradas sin limpieza



Pared de la olla (crisol) con recubrimiento (costra) que se forma por falta de limpieza

Autor: los autores.

8.2.3 X3 no existe una secuencia estandarizada para cambios de referencia: en refinación se producen 7 referencias diferentes las cuales se fabrican sin ningún orden o secuencia.

En muchas ocasiones de acuerdo a la planeación en las coladas de refinación y la necesidad de nuestros clientes interno se producen varios cambios de referencia (orec) se refinan coladas (pb azul, Pb negro rojo, Pb morado, Pb puro, Pb naranja, Pb café) sin ninguna orden de prioridad.

Cuando fabricamos plomo negro rojo o plomo azul que son referencias que contienen estaño (Sn) y se pasa a otra referencia como plomo puro que no contiene en su composición estaño (Sn) se produce pérdida de tiempo al tratar de limpiar ese remanente de estaño (Sn) y pérdida de materia prima ya que el estaño es un elemento costoso que se podría recuperar.

Tabla 5. Secuencia cambios de referencia

NINGUNA ORDEN O PRIORIDAD
Puro
Calcio estaño
Negro rojo
Antimonio
Plata
Morado
Rojo

Autor: los autores

En la siguiente tabla podemos observar el cálculo de pérdida de estaño residual por fabricar lotes sin tener en cuenta un orden o secuencia **anexo 13.5**

Tabla 6. Calculo costo de pérdida por contaminación de materia prima (estaño)

% DE ESTAÑO INICIAL	CAPACIDAD DE UN LOTE (Ton)	COSTO DEL ESTAÑO Kg/Ton	CANTIDAD DE LOTES PRODUCIDOS EN EL MES	COSTO PERDIDA POR CONTAMINACION CRUZADA DE MATERIA PRIMA
0.1	45	\$50.000	8	\$ 1.800.000

Autor: los autores

8.2.4 X4 no se encuentran estandarizados los sitios de almacenamiento de materia prima y herramientas: la materia prima (plomo chatarra) se encuentra distribuida por todo el área de refinación sin ninguna zona definida para su almacenamiento.

Las siguientes imágenes corresponden a la zona de almacenamiento de la materia Prima (plomo chatarra)

Figura 10. Zona de almacenamiento de materias prima (plomo chatarra)



Autor: los autores

Figura 11. Zona de almacenamiento de materias prima (plomo chatarra)



Autor: los autores

A continuación se presenta una tabla de las distancias que se recorren para en carga y fusión de la materia prima (plomo chatarra)

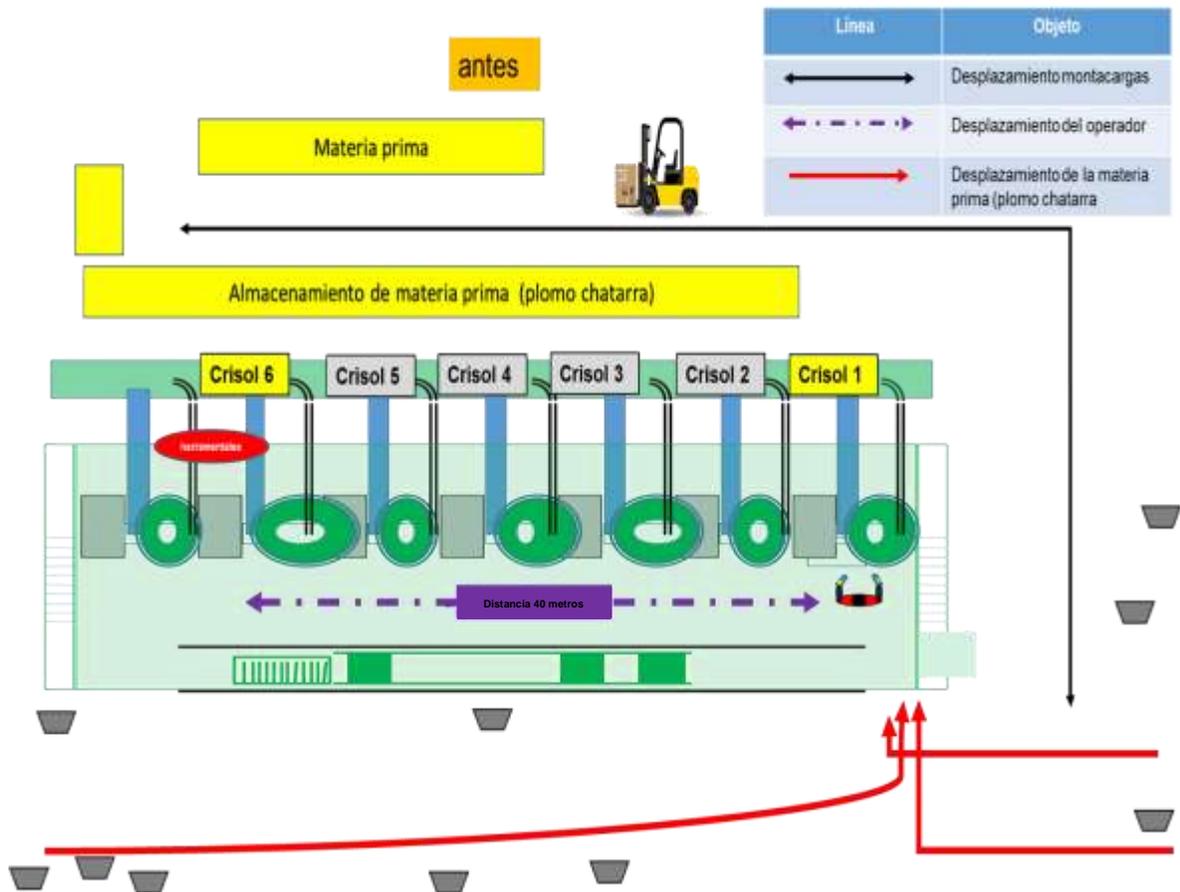
Tabla 7. Distancias de desplazamiento al utilizar materia prima (plomo chatarra).

Desplazamiento del operario	40 mt
Frecuencia de desplazamiento por turnos de 8 horas	4 veces
Distancia total de desplazamiento	120 mt cada 8 horas
Tiempo de entrega del plomo por la Montacargas cada 8 horas	3 horas

Autor: los autores

Se presenta diagrama de hilos donde se evidencia el exceso de movimiento y transporte de materias primas.

Figura 12. Diagrama de hilos, transporte de materia prima carga crisoles.



Autor: los autores.

8.3 Establecer los tiempos estándares respectivos que permitan mejorar el EGE

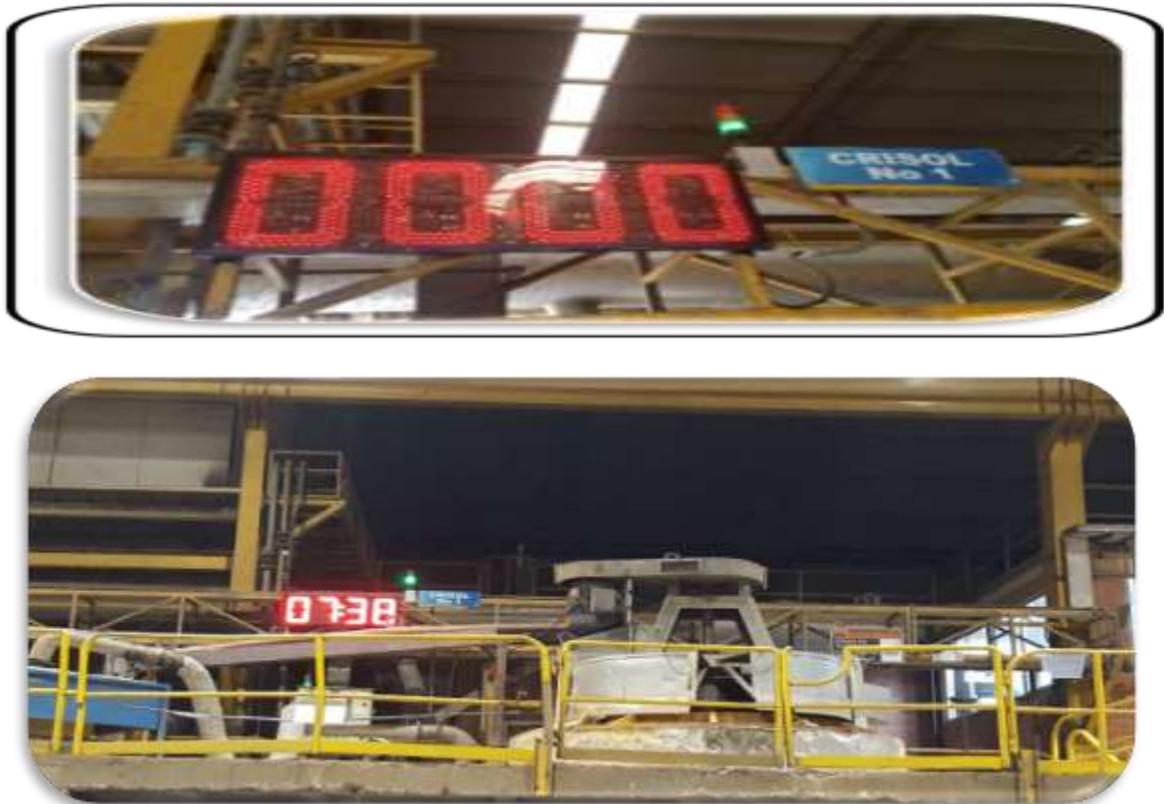
8.3.1 control de tiempos en cargue: para medir, controlar los tiempos de cargue y trasiego de los crisoles, se instalan dos temporizadores con balizas que nos emite una alerta visual que cambia de verde a rojo cuando se pasan el tiempo de uso de esos crisoles.

Se determina que el máximo de tiempo de llenado del crisol 1 debe ser max 5 horas por estándar definido de la empresa según estudio de tiempos y movimientos realizado. **Anexo 13.1.** Acta donde la empresa determina el tiempo (no se permite presentar el estudio de métodos y tiempos)

- Se determina el máximo de tiempo de llenado del crisol 6 que debe ser de 8 horas
- El máximo de tiempo de trasiego del crisol 1 debe ser 17 horas
- El máximo de tiempo de trasiego del crisol 6 debe ser 20 horas

A continuación imagen de los temporizadores instalados.

Figura 13. Cronometro crisol 1



Autor: los autores.

8.3.2 Establecer limpieza de crisoles: se define una rutina de limpieza la cual queda plasmada en el **anexo 13.2** de las paredes de los crisoles u (ollas) para poder aprovechar la capacidad máxima de dichos crisoles que es aproximadamente 45ton.

Se realiza la divulgación a través de una lección de un punto **anexo 13.3**, de la importancia de tener los crisoles con las paredes limpias y así garantizar que se aproveche su capacidad total.

Figura 14. Crisoles con plomo adherido a las paredes vs crisoles limpios



Autor: los autores.

En las siguientes tablas se muestra las toneladas refinadas antes y después de la limpieza de los crisoles y el aumento del 2% en la capacidad de producción de dichos crisoles cuando se encuentran total mente limpios.

Tabla 8. Producción de plomo refinado crisoles con paredes sucias vs crisoles limpios

Antes del inicio de la limpieza de crisoles		
	lote	toneladas
1	Sb 07	43,9
2	Puro89	42,6
3	Puro 90	42,4
4	Puro91	44,8
5	Sb 08	43,9
6	Puro 92	44,6
7	Sb 09	42,8
8	Puro 93	42
9	Ca/Sn 25	43,2
10	Puro 94	43,2
11	Ca/Sn 26	41,9
	Total	475,3

Después del inicio limpieza de crisoles		
	lote	toneladas
1	Puro 95	43,1
2	Naranja 02	43,4
3	Puro 96	45,1
4	Sb 10	43,9
5	Puro 97	46
6	Sb 11	43,8
7	Puro 98	45,2
8	Sb 12	43,7
9	Puro 99	46,8
10	Puro 100	45,2
11	Puro 101	40,7
	Total	486,9

Autor: los autores.

8.3.3 Definir cambios de referencia: Cuando se está refinando Pb puro, queda un remanente de soda caustica, el cual podría quemar parte del estaño, si se fabrica inmediatamente una colada de Pb sn , por lo tanto es necesario que después de terminar la campaña de plomo puro se continúe con una campaña de calcio(verde), esta da la limpieza al remanente de soda, posteriormente se fabrica una colada de plomo (morado) en cual se adiciona la mayor cantidad de estaño evitando que el estaño se queme y no se hagan tantos reajustes a la colada. Continuamos con coladas de plomo estaño (negro rojo) después coladas de pb AG (azul), y finalmente las coladas de Pb café, así garantizamos una secuencia que no genere cambios de referencia bruscos que afecten la velocidad del proceso por extracciones adicionales por contaminación cruzada.

La siguiente tabla podemos observar la secuencia de los cambios de referencia creada con anexo 13.4.

Tabla 9. *Secuencia ideal cambios de referencia*

SECUENCIA IDEAL CREADA	
1	MORADO
2	NEGRO ROJO
3	PLATA
4	CALCIO ESTAÑO
5	ROJO
6	PURO
7	ANTIMONIAL

Autor: los autores.

La siguiente tabla nos muestra el antes y después de la secuencia de fabricacion de plomo refinado con **anexo 13.5**.

Figura 15. *Orden de producción plomo refinado antes y después*

ANTES	DESPUES
Cualquier orden de aleación de plomo: <ul style="list-style-type: none"> • Plomo puro • Plomo casn • Plomo negro rojo • Plomo Sb • Plomo plata • Plomo morado • Plomo rojo 	Orden ideal implementado: <ol style="list-style-type: none"> 1. Plomo morado 2. Plomo negro rojo 3. Plomo plata 4. Plomo calcio estaño 5. Plomo rojo 6. Plomo puro 7. Plomo antimonial

Autor: los autores.

8.3.4 Establecer almacenaje de materia primas: se establecen sitios cercanos a los Crisoles de carga y zonas definidas para su almacenamiento

A continuación presentamos tabla de distancias mejoradas.

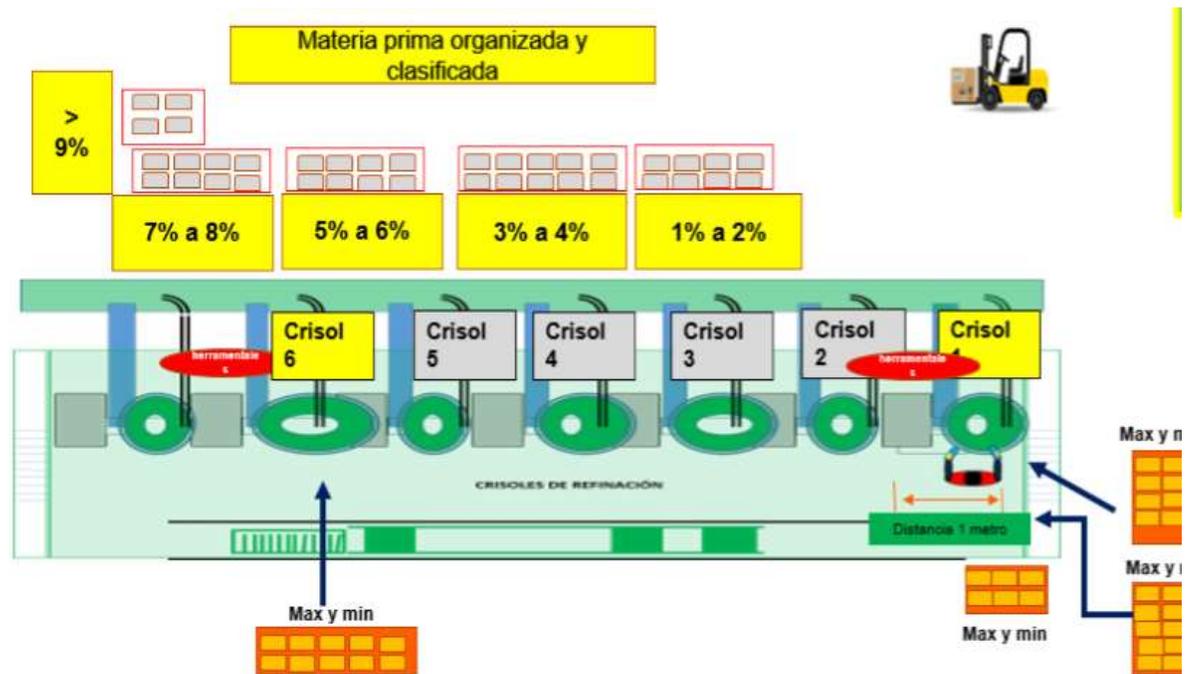
Tabla 10. *Tiempos de desplazamiento*

Desplazamiento del operario	1 mt
Frecuencia de desplazamiento por turno de 8 horas	4 veces
Distancia recorrida total	4mt
Tiempo de entrega de la materia prima	1 hora

Autor: los autores.

Se presenta imagen del nuevo diagrama de hilos.

Figura 16. *diagrama de hilos*



Autor: los autores.

Las siguientes imágenes nos muestra el antes y después de las zonas de almacenamiento de materias primas con **anexo 13.6**.

Figura 17. Zonas de almacenamiento de materias primas antes y después

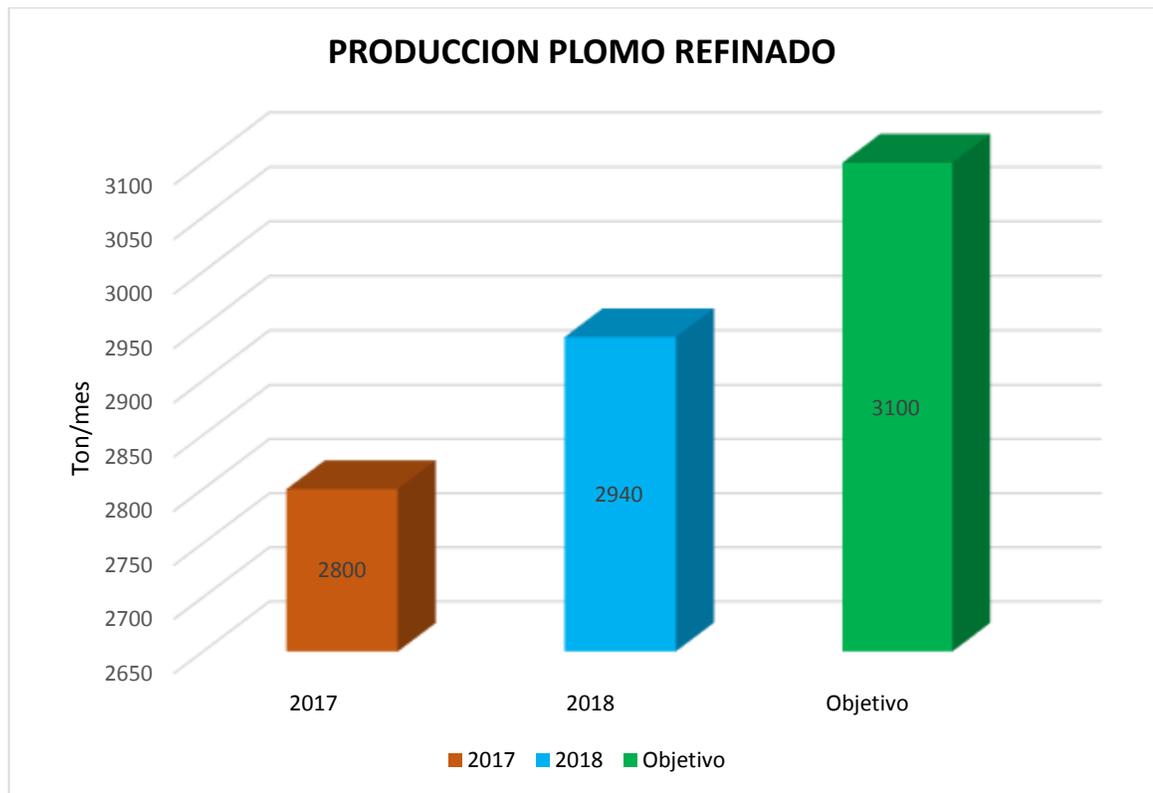


Autor: los autores

8.4 Establecer el costo beneficio de la implementación del método Mejorado.

Con la aplicación de las anteriores propuestas podemos definir las mejoras en nuestro proceso pasando de una producción de 2800 ton/mes a 2940 ton/mes Como lo muestra la siguiente gráfica.

Figura 18. Grafico producción de plomo refinación 2017 vs 2018



Autor: los autores

Como se evidencia en la gráfica el incremento logrado fue del 4.8% y no del 10%. estimado, sin embargo las medidas propuestas generaron mejoras representativas para la compañía, las cuales se evidenciaron con la implementación de nuestras mejoras en la línea.

La compañía se reserva el derecho de revelar el ahorro total del proyecto representado en el aumento del 4.8% alcanzado

9. RESULTADOS ALCANZADOS

. La siguiente tabla mostraremos la reducción del consumo de gas y energía por toneladas de plomo refinado estos ahorros se encuentran revisados por el departamento de costos de la compañía

Tabla 11. Ahorros obtenidos del proyecto

ITEM	ANTES	AHORA	PRECIO CONSUMO	AHORRO MES	AHORRO ANUAL
Reducción del 3.8% en consumo de gas natural	25,8 m3/tn Pb	24,8 m3/tn Pb	\$ 900	\$2.520.000	\$30.240.000
Reducción del 3.4% en consumo de energía	30 KW/tn pb	29 KW/tn pb	\$ 250	\$700.000	\$8.400.000
Ahorro	\$ 38.640.000				
Inversión (costo de temporizadores)	\$ 8.000.000				
AHORRO TOTAL	\$ 30.640.000				

Fuente: El Autor

10. CONCLUSIONES

Con la implementación de cronómetros en los crisoles de cargue se pudo controlar de forma más efectiva los tiempos estándares establecidos de acuerdo al estudio de tiempos ya que al momento de pasarse del tiempo se genera una alarma visual que cambia de verde a rojo in mediatamente que ocurre esto el equipo sabe que el tiempo se ha cumplido.

Se definió una rutina de limpieza que involucra a todos los equipos garantizando que los crisoles u ollas no se cierren por la adición de plomo a las paredes, evitando que reduzca la capacidad de producción hasta de un 2%.

Definimos un secuencia ideal para cambios de referencias, con ella evitar que se pierda tiempo y materia prima por contaminación cruzada dejando de desperdiciar

Se establecen sitios cercanos de almacenaje a los crisoles de cargue, ya que antes la materia prima se encontraba distribuida por toda el área de forma desorganizada, estos nos ocasionaba largos desplazamientos para su uso. Con esta contramedida no solo reducimos la distancia de desplazamiento si no también mejoramos las 5 s del área como lo evidenciamos en las imágenes del antes y después.

11.RECOMENDACIONES

Como parte del control interno compañía se debe garantizar por parte de los supervisores de producción la implementación de las contramedidas planteadas en la ejecución del proyecto.

Se deben desarrollar estudios por parte del departamento de mejora continua que permitan establecer procesos de fabricación más efectivos.

13.1 Acta de reunión control de tiempos de cargue y trasiego (descargue)
 Con esta acta queda registrada la reunión que se lleva acabo para definir los tiempos máximos de cargue y trasiego de Los crisoles 1 y 6

NOMBRE		FIRMA	
David Mejia Castillo		Diego A. Luna G.	
Gonzalo Gama Ibarra		Esteban Valencia Chiu	
Florencia Valencia		F. B. B. B. B.	
Augusto A. Galvis		OLIVER RODRIGUEZ	
AUSLEY VILLANOVA		GUILLERMO RUIZ	

TEMAS TRATADOS

Mediante un analisis de tiempos en procesos de refinacion, se determina que una de las claves para aumentar la productividad (TON/H) es el control de tiempo en el cargue del crisol 1 y 6.

- Reducir el tiempo de cargue nos garantiza tener los crisoles con mas tiempo de residencia de plomo y una mejor sujecion de las lineas de produccion
- Se determina que máximo el tiempo de llenado del crisol #1 debe ser 9 horas
- Se determina que máximo el tiempo de llenado del crisol #6 debe ser 8 horas.
- El tiempo máximo de trasiego del crisol 1 debe ser 17 horas
- ➤➤ El tiempo máximo de trasiego del crisol 6 debe ser 20 horas
- Se instalan 2 temporizadores: uno en el crisol 1 y otro en el crisol 6 para que el operador este pendiente del tiempo de proceso.

PREPARACION PROXIMA REUNION

FECHA: _____
 HORA: _____

ANEXOS - OBSERVACIONES

John Quiro R. [Signature]

Pag. 1/2 Rev. 3. 2014-09-03

13.2 Cronograma limpieza de crisoles refinación

Se crea un cronograma de limpieza de crisoles basado en la rotación de los equipos, que garantiza que los crisoles permanezcan limpios, este formato se anexa al documento estándar de procesos (DET)

EQUIPO	FRECUENCIA MENSUAL																																				
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DIC	
LIMPIEZA CRISOL 1																																					
LIMPIEZA CRISOL 2																																					
LIMPIEZA CRISOL 3																																					
LIMPIEZA CRISOL 4																																					
LIMPIEZA CRISOL 5																																					
LIMPIEZA CRISOL 6																																					
LIMPIEZA CRISOL 7																																					
SUPERVISOR																																					
OPERARIO																																					
EQUIPO EAD																																					

13.3 Lección de un punto (LUP)

Socialización de la importancia de la limpieza de los crisoles para garantizar el máximo aprovechamiento en toneladas de plomo refinado.

NOMBRE		FIRMA	NOMBRE	FIRMA
Felipe Jimeno		[Firma]	[Nombre]	[Firma]
Gonzalo Gama		[Firma]	[Nombre]	[Firma]
ADRIAN LUIS BARRAZA		[Firma]	[Nombre]	[Firma]
Tania D...		[Firma]	[Nombre]	[Firma]
Juliana Ruiz		[Firma]	[Nombre]	[Firma]

TEMAS TRATADOS

- Se socializa la importancia de mantener los crisoles limpios para tener una producción...
- Se inicia la implementación de la limpieza de crisoles cuando se este en equipos doble turno...

PREPARACION PROXIMA REUNION

ANEXOS - OBSERVACIONES

FECHA: _____
HORA: _____

13.4 Programa de producción de plomo refinado

Programa de plomo refinado requerido por nuestros clientes.

Inventario inicial plomo crudo(PB CHAT+PB BAJO SE)								1,419,729		
CALCIO	PLATA	ANTIMONIAL	PURO	CAL ESTAÑO (-)	PLOMO EST 1,5 (+)	PLOMO CASN (NARANJA)	PLOMO ESTAÑO (MORADO)	PLOMO EXPORTACION	En Ref	Acum Ref
				86.000					86.000	86.000
				86.000					86.000	172.000
				86.000					86.000	258.000
			86.000	43.000					86.000	344.000
			86.000					129.000	86.000	473.000
			86.000					86.000	86.000	559.000
			86.000					86.000	86.000	645.000
			129.000					86.000	86.000	731.000
			86.000					139.000	86.000	817.000
			86.000					86.000	86.000	948.000
			86.000					86.000	86.000	1.032.000
			86.000					86.000	86.000	1.118.000
			86.000					86.000	86.000	1.204.000
					129.000			86.000	86.000	1.290.000
					86.000			129.000	86.000	1.419.000
		86.000						86.000	86.000	1.505.000
		86.000						86.000	86.000	1.591.000
		86.000						86.000	86.000	1.677.000
	129.000							86.000	86.000	1.763.000
	86.000							129.000	86.000	1.892.000
	43.000		43.000					86.000	86.000	1.978.000
			86.000					86.000	86.000	2.064.000
			86.000					86.000	86.000	2.150.000
			86.000				43.000	86.000	86.000	2.236.000
			86.000					129.000	86.000	2.365.000
			86.000					86.000	86.000	2.451.000
			86.000					86.000	86.000	2.537.000
			86.000					86.000	86.000	2.623.000
			86.000					86.000	86.000	2.709.000
							43.000	129.000	86.000	2.838.000
										2.838.000
258.000	258.000	258.000	1.634.000	387.000	215.000	43.000	43.000		2.838.000	2.838.000

13.5 Acta de reunión secuencia cambios de referencia

Se define la secuencia ideal para trabajar los cambios de referencia del proceso de refinación.

NOMBRE		FIRMA		NOMBRE		FIRMA	
Alfonso Sánchez		<i>[Firma]</i>		Alfonso Sánchez		<i>[Firma]</i>	
Carlos A. Páez		<i>[Firma]</i>		Diego A. L.		<i>[Firma]</i>	
FABIAN CUESTO		<i>[Firma]</i>		FRANCO ARANGO		<i>[Firma]</i>	
Julian Ruiz		<i>[Firma]</i>					
T. O. O. O.							

TEMAS TRATADOS

ANTES	DESPUES
<p>En muchas ocasiones de acuerdo a la planeación en las coladas de refinación y la necesidad de nuestros clientes interno hacer varios cambios de referencia (orec) se refinan coladas (pb azul, Pb negro rojo, Pb verde, Pb morado, Pb puro, Pb naranja, Pb cafe) sin ninguna orden de prioridad.</p> <p>por tanto se presentan perdidas tiempo por contaminacio cruzada</p>	<p>Cuando se esta refinando Pb puro, queda un remanete de soda caustica, el cual podria quemar parte del estaño, si se fabrica inmediatamente una colada de Pb sn , por lo tanto es nesesario que despues de terminar la campaña de plomo puro se continue con una campaña de calcio(verde), esta da la limpieza al remanente de soda, posteriormente se fabrica una colada de plomo (morado) en cual se adiciona la mayor cantidad de estaño evitando que el estaño se queme y no se hagan tantos reajustes a la colada, continuamos con coladas de plomo estaño(negro rojo) despues coladas de pb AG (azul), podemos continuar con una colada de plomo calcio(verde) y finalmente las coladas de Pb cafe, asi garantizamos una secuencia que genere cambios de referencia bruscos que afecten la velocidad del proceso por contaminacion cruzada.</p>

PREPARACION PROXIMA REUNION

FECHA: _____
HORA: _____

ANEXOS - OBSERVACIONES

Pag. 1/2 Rev.3. 2014-09-03

13.6 Lección de un punto ubicación y distribución adecuada de materia prima

Se socializa a todo el personal la importancia de mantener la materia prima en las zonas establecidas y demarcadas para un uso más eficiente.

Johnson Controls		ACTA DE REUNIÓN		N002-0108	
FECHA: 14/07/2017		HORA DE 9:15 A 9:30		PAG 1 DE 3	
TIPO DE REUNION:		ubicación y distribución adecuada de materia prima			
ASISTENTES					
NOMBRE		FIRMA		NOMBRE	
Oliver Rodríguez		<i>[Firma]</i>		Julian Ruiz	
William Valencia		<i>[Firma]</i>		withank pino	
HAROLD COSTA		<i>[Firma]</i>		L. J. A. L. B.	
Alfonso S.		ASUL		FELIX ANUNSO	
TEMAS TRATADOS					
<p>Nuestra materia prima principal para el cargue de los crisoles (plomo chatarra), que viene en forma de yumbos solidos, se estaban ubicando lejos del crisol de cargue ocasionando grandes desplazamientos por tanto perdidas de tiempo, en muchas ocasiones el área encargada de ingresar esta materia prima no lo hacia a tiempo generando tiempo de espera; se determina sitios específicos demarcados con máximos y mínimos cercanos al lugar donde se deben adicionar y así acelerar proceso de cargue de crisoles.</p> <p>También se organiza y se clasifica los yumbos antimoniales, de acuerdo a su concentración de antimonio, con esto facilitamos su selección de una forma mas rápida</p>					
PREPARACION PROXIMA REUNIÓN					
				FECHA: _____	
				HORA: _____	
ANEXOS - OBSERVACIONES					

12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AIZEN - MASA AKI IMAI: (EDITORIAL cecsa). 1989.
2. CRUELLES RUIZ JA. *La Teoría de La Medición Del Despilfarro*. 1st ed. (Zadegon, ed.); 2010. <https://books.google.com.co/books?id=W5f4zsqoMkkC&pg=PA102&dq=Eficiencia+General+de+los+Equipos&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwijs4qfioXUAhXo3YMKHZTkADQQ6AEIJDA#v=onepage&q&f=false>.
3. PRODECON. Mejora contunua (Ciclo PHVA). *Bol 008*. 2014. <http://www.prodecon.com.co/html/boletin-calidad8.htm>.
4. PERES VILLA E, MUNERA VASQUEZ FN. *Reflexiones Para Implementar Un Sistema de Gestión de Calidad (ISO 9001: 2000) En Cooperativas Y Empresas de Economía Solidaria*. 1st ed. Universidad Cooperativa de Colombia; 2007.
5. JOSE AGUSTIN CUELLES RUIZ. *ingenieria industrial. metodos de trabajo, tiempos y sus aplicación a la planificación y a la mejora continua (EDITORIAL marcombo.)* s