



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"  
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ  
PRÁCTICA PROFESIONAL

**ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE LA INCONSISTENCIA EN LOS  
REPORTES DE CHATARRA, ESCORIA Y METAL LÍQUIDO EN LA SALA  
DE COLADA DE CVG VENALUM**

Autora:  
Luzmery Gómez  
C.I.: V-24.411.519

**CIUDAD GUAYANA, ENERO DE 2.016**



**ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE LA INCONSISTENCIA EN LOS  
REPORTES DE CHATARRA, ESCORIA Y METAL LÍQUIDO EN LA SALA  
DE COLADA DE CVG VENALUM**

U  
N  
E  
X  
P  
O



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”  
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ  
PRÁCTICA PROFESIONAL

**ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE LA INCONSISTENCIA EN LOS  
REPORTES DE CHATARRA, ESCORIA Y METAL LÍQUIDO EN LA SALA  
DE COLADA DE CVG VENALUM**

**GÓMEZ G., LUZMERY J.**  
**C.I. V-24.411.519**

Trabajo presentado ante el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO, Vice-Rectorado Puerto Ordaz, como requisito para la aprobación de la PRÁCTICA PROFESIONAL.

---

**Ing. Lira Carlos**  
**Tutor Industrial**

---

**MSc. Ing. Turmero Iván**  
**Tutor Académico**

**CIUDAD GUAYANA, ENERO DE 2.016**

---

**GÓMEZ GARCÍA, LUZMERY JOSEFINA**

**“ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE LA INCONSISTENCIA EN  
LOS REPORTES DE CHATARRA, ESCORIA Y METAL  
LÍQUIDO EN LA SALA DE COLADA DE CVG VENALUM”**

100 Páginas

Práctica Profesional

Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”. Vice – Rectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial.

Tutor Académico: MSc. Ing. Turmero Iván.

Tutor Industrial: Ing. Lira Carlos.

Ciudad Guayana, Enero de 2.016

Capítulos: I.- El Problema. II.- Generalidades de la Empresa. III.- Marco Teórico. IV.- Diseño Metodológico. V.- Situación Actual. VI.- Análisis y Resultados. Conclusiones. Recomendaciones. Bibliografía. Anexos. Apéndices.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”  
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ  
PRÁCTICA PROFESIONAL

**ACTA DE APROBACIÓN**

Quienes suscriben, Tutor Académico e Industrial, designados por el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Vice-rectorado Puerto Ordaz, para evaluar el Informe de Práctica Profesional presentado por la Bachiller: **GÓMEZ GARCÍA LUZMERY JOSEFINA**, portador de la Cédula de Identidad N°: 24.411.519, Titulado: **“ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE LA INCONSISTENCIA EN LOS REPORTES DE CHATARRA, ESCORIA Y METAL LÍQUIDO EN LA SALA DE COLADA DE CVG VENALUM”**, trabajo que se presenta para cumplir con los requisitos de aprobación de la Práctica Profesional. Consideramos que éste cumple con los requisitos exigidos para tal efecto y por lo tanto lo declaramos: **APROBADO**. En fe de lo cual firmamos conforme.

En Puerto Ordaz a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ de 2.016

---

**Ing. Lira Carlos**  
**Tutor Industrial**

---

**MSc. Ing. Turmero Iván**  
**Tutor Académico**

## DEDICATORIA

A mi padre, José Rafael Gómez a pesar de no estar físicamente a mi lado estoy cumpliendo una de las metas trazadas por las que tanto me apoyaste constantemente aportándome consejos sabios para salir adelante.

A mi madre, Ludmila Josefina García Hernández quien ha sido pilar para mi desarrollo tanto personal como profesional, brindándome sus consejos, esfuerzos y apoyo incondicional en todo momento.

A mi hermano, Grabiél José Gómez García por estar conmigo incondicionalmente, apoyándome en cualquier circunstancia, saliendo adelante con esfuerzo y dedicación, superando los obstáculos que se han presentado.

A mi Rafael Emilio Medina González, quien me ha orientado en todo momento, siendo mi consejero incondicional, aportándome sus conocimientos y extendiendo una mano amiga.

*Luzmery Gómez*

## AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen de la Rosa Mística, por guiar mis pasos y abrirme las puertas del camino.

A mis padres, José Rafael Gómez y Ludmila Josefina García Hernández por ser mis ejemplos a seguir, siendo pilares en mi formación personal y profesional.

A mi hermano, Grabiél José Gómez García quien ha realizado su práctica profesional en simultáneo con respecto al desarrollo de la mía. Me ha servido de apoyo mutuo compartir esta experiencia que marcará una huella en nuestras vidas.

A mi Rafael Emilio Medina González, quien ha sido mi compañero y guía durante el desarrollo de mi práctica profesional.

A la Sra. Ixis Hernández por ayudarme y tenderme una mano amiga cuando más lo necesitaba.

A mis tutores Sr. Carlos Lira y Sr. Iván Turmero, Tutor industrial y académico respectivamente. Quienes me apoyaron incondicionalmente durante mi estadía en planta.

A CVG VENALUM, por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de realizar la práctica profesional en una de las empresas más prestigiosas del país.

*Luzmery Gómez*



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”  
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ  
PRÁCTICA PROFESIONAL

**Autora:** Luzmery J. Gómez G.

**Tutor académico:** MSc. Ing. Turmero Iván

**Tutor industrial:** Ing. Lira Carlos

**Fecha:** Enero de 2.016

### RESUMEN

La presente investigación permitió identificar el problema en cuanto a las causas que generan deficiencias en el método de trabajo, afectando la consistencia en los reportes (SIC-4038 e inventario de chatarra y metal líquido) utilizados para elaborar el informe de costo mensual. Se identificaron los puntos generadores de chatarra dentro de la sala de colada, además de obtener un promedio de escoria desnatada por cada horno de retención durante la preparación de aluminio líquido. Es un estudio de tipo experimental y se apoya en una investigación de campo, descriptiva y evaluativa, ya que, abarcó la descripción y análisis de la situación actual, realizando recomendaciones en función de minimizar la problemática. Por medio de la observación directa y utilizando técnicas para la recolección de datos se logró recolectar la información bajo su contexto natural. Posteriormente, se utilizaron técnicas de diagramación, encuesta, matriz FODA, entre otras estrategias que sirvieron de apoyo para evidenciar las fallas en el proceso. En general, se detectaron debilidades a nivel operativo lo cual incide negativamente en los reportes.

**PALABRAS CLAVES:** Informe de costo, inconsistencia, chatarra, escoria, aluminio líquido.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTOS .....	vi
RESUMEN .....	vii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA .....	3
Planteamiento del Problema .....	3
Objetivo General .....	5
Objetivos Específicos .....	5
Justificación .....	5
Delimitación .....	6
CAPÍTULO II: LA EMPRESA .....	7
Reseña Histórica de la Empresa .....	7
Ubicación Geográfica .....	8
Misión .....	8
Visión .....	8
Descripción de la empresa .....	9
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO .....	13
Antecedentes de la Investigación .....	13
Bases Teóricas .....	14
Escoria .....	14
Lingotes de 22 kg .....	14
Aleaciones de Aluminio .....	15
Cilindros .....	16
Diagramas .....	16
Diagrama de Proceso .....	16
Diagrama Causa – Efecto .....	17
Diagrama de Pareto .....	18

Matriz FODA.....	18
Principales Técnicas para la Recolección de Datos .....	19
Glosario de Términos .....	20
<b>CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>22</b>
Tipo de Estudio.....	22
Población.....	23
Muestra.....	23
Recursos .....	24
Procedimiento Metodológico .....	25
<b>CAPÍTULO V: SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>26</b>
Descripción del Método de Trabajo Actual .....	26
Diagrama de Proceso .....	28
Matriz FODA: Factores Externos e Internos .....	32
Encuesta.....	35
Diagrama Causa-Efecto .....	39
<b>CAPÍTULO VI: ANÁLISIS Y RESULTADOS .....</b>	<b>48</b>
Puntos Generadores de Chatarra en la Sala de Colada.....	48
Análisis de los Datos Históricos de Chatarra.....	53
Inconsistencia en el Reporte de Escoria Desnatada entre Fechas .....	59
Procedimiento Estadístico para Determinar Confiabilidad del Tamaño de la Muestra.....	64
Matriz FODA: Factores Externos e Internos y Estrategias .....	65
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>70</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>72</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>75</b>
<b>APÉNDICES .....</b>	<b>79</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Ubicación de la Empresa.....	8
Figura 2. Esquema general de distribución en la sala de colada.....	11
Figura 3. Estructura del Diagrama Causa - Efecto.....	18
Figura 4. Preguntas realizadas en la encuesta.....	35
Figura 5. Vaciado de aluminio líquido en el horno.....	48
Figura 6. Chatarra generada en la boca de carga.....	49
Figura 7. Lingotes defectuosos.....	49
Figura 8. Aluminio remanente en el drenaje.....	50
Figura 9. Cilindros rechazados por imperfecciones.....	50
Figura 10. Desnatado y chatarra generada en los hornos.....	51
Figura 11. Prensa de escoria.....	51
Figura 12. Área de corte, sierra KM-44.....	52
Figura 13. Formato del reporte correspondiente al inventario de chatarra y metal líquido, agosto de 2.014.....	56
Figura 14. Muestra de la inconsistencia en el reporte de escoria desnatada correspondiente a noviembre de 2.014.....	61
Figura 15. Muestra de la inconsistencia en el reporte de escoria desnatada correspondiente a noviembre de 2.015.....	62

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<b>Pág.</b>
Gráfico 1. Diagrama de proceso correspondiente a la recepción, distribución, preparación del metal en los hornos y fabricación de productos terminados.....	31
Gráfico 2. Resultado nº 1.....	36
Gráfico 3. Resultado nº 2.....	36
Gráfico 4. Resultado nº 3.....	37
Gráfico 5. Resultado nº 4.....	38
Gráfico 6. Resultado nº 5.....	38
Gráfico 7. Diagrama Causa-Efecto.....	40
Gráfico 8. Diagrama de Pareto.....	46
Gráfico 9. Chatarra cargada desde el año 2.011 al 2.014.....	53
Gráfico 10. Chatarra cargada por mes en el año 2.014.....	54
Gráfico 11. Escoria desnatada y metal compactado desde el año 2.011 hasta 2.014.....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Parámetros operativos para la carga de aleantes según aleación a preparar en los hornos de retención. ....	15
Tabla 2. Símbolos para elaborar diagramas según la OIT.....	17
Tabla 3. Matriz FODA: Factores externos e internos. ....	34
Tabla 4. Ponderación de causas.....	44
Tabla 5. Tabla de Pareto. ....	45
Tabla 6. Relación de operación y punto generador de chatarra. ....	52
Tabla 7. Chatarra pesada para el cierre mensual, año 2.014. ....	57
Tabla 8. Chatarra pesada para el cierre mensual desde enero a octubre de 2.015.....	57
Tabla 9. Corrección del reporte de escoria desnatada entre fechas, correspondiente a los primeros 25 datos de noviembre de 2.015.....	63
Tabla 10. Matriz FODA: Factores externos e internos y estrategias.....	69

## INTRODUCCIÓN

La empresa CVG VENALUM se encarga de la producción del aluminio, utilizando como materia prima la alúmina, criolita, aditivos químicos y energía eléctrica. Se encuentra ubicada en la zona Industrial Matanzas en Ciudad Guayana, la escogencia de este lugar, como sede de la gran industria del aluminio viene dada con el fin de aprovechar los innumerables recursos naturales que se obtienen al estar rodeada por los ríos más caudalosos del país como el Orinoco y Caroní.

Actualmente, la mayoría de las empresas se encuentran en la búsqueda de mejora continua para aumentar la calidad de su sistema productivo, se enfocan en aprovechar al máximo los insumos, capacidad instalada de maquinaria y materia prima utilizada, de tal forma que no se generen pérdidas de ningún tipo.

Por tal motivo, existió la necesidad de realizar esta investigación en CVG VENALUM, ya que, en la sala de colada surge una problemática en cuanto a los reportes de chatarra, escoria y metal líquido que son utilizados para realizar el informe de costo mensual, el cual es de suma importancia; ya que presenta el balance de producción, consumo de materia prima e inventario de los mismos.

Por lo tanto, fue necesario realizar un estudio para encontrar las fallas en el proceso que originan las inconsistencias en los reportes. Se realizó una evaluación para conocer las distintas fuentes que generan chatarra en la sala de colada y además se hizo una estimación de la cantidad de escoria generada en los hornos; de tal forma que se pueda llevar un control estricto de estos factores que influyen en el informe de costo, además son ganancias

para CVG VENALUM, debido a que la chatarra se refunde y la escoria es vendida a otras empresas.

Esta investigación está estructurada en seis (6) capítulos, los cuales se presentan de la siguiente manera: Capítulo I El Problema se expone el planteamiento del problema, Capítulo II La Empresa el cual presenta las generalidades de CVG VENALUM, Capítulo III Marco Teórico contiene los aspectos teóricos que se utilizaron como herramienta y base del estudio, Capítulo IV Diseño Metodológico describe la metodología utilizada, Capítulo V Situación Actual, Capítulo VI Análisis y Resultados. Finalmente se presentan las Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografía, Anexos y Apéndices.

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA

En este capítulo se describió y delimitó el alcance de la problemática encontrada en la sala de colada, así como los antecedentes que causan dicho problema. Además, se establecen los objetivos generales y específicos de esta investigación.

#### **Planteamiento del Problema**

La empresa CVG VENALUM se encarga de la producción del aluminio, utilizando como materia prima la alúmina, criolita, aditivos químicos y energía eléctrica. Este proceso para obtener aluminio se realiza en celdas electrolíticas. Dentro del mecanismo de producción de la planta industrial, existen áreas que desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento de la misma, los cuales son: la sala de carbón, sala de colada, sala de reducción e instalaciones auxiliares.

En la sala de colada se recibe el aluminio líquido obtenido en las salas de reducción (áreas de celdas), esto con el fin de elaborar los productos terminados. El aluminio líquido se vierte en hornos de retención para preparar la colada con el objetivo de obtener cilindros (productos verticales) o lingotes (productos horizontales). Los cilindros, destinados para procesos de extrusión, pueden ser de 6", 6 1/8", 7", 8" y 9" de diámetro, dependiendo de las especificaciones requeridas por los clientes. Además, para obtener estos productos verticales se agrega a la preparación algunos aleantes como titanio, magnesio, cobre, entre otros, dependiendo de la aleación que se

desea producir. Por otra parte, se tienen que los lingotes son de metal puro, cuyos productos se pueden adquirir de 10 kg, 22 kg y 680 kg.

Después de haber logrado obtener el metal líquido en los hornos dentro de las especificaciones químicas deseadas, se procede a extraer de la superficie la escoria, esta es generada por el óxido que se forma producto de la combinación del aluminio con el oxígeno del aire al transferirse el metal líquido del crisol al horno a través de la boca de carga.

Es importante resaltar que en estos hornos de retención además de aluminio líquido, se añade metal sólido en forma de chatarra que es generada internamente o externamente del proceso productivo de la sala, por tal motivo para efectos de este estudio es necesario realizar una evaluación operativa analizando los datos históricos sobre los niveles de producción de chatarra, además es fundamental conocer los distintos puntos generadores de chatarra existentes en la sala de colada, ya que, este material es recolectado para ser reutilizado.

Por otra parte, surge una problemática con respecto a los reportes de chatarra, escoria y metal líquido que son enviados a la Superintendencia de Inventario y Despacho para la realización del informe de costo mensual. En los últimos años se han presentado inconvenientes para materializar el balance de producción; ya que, existe incongruencias en los reportes correspondientes al inventario de chatarra de productos verticales y productos horizontales. Con respecto al aluminio líquido que se almacena en los hornos, para cierre de mes existe una deficiencia para conocer realmente cuanta cantidad de metal queda almacenado en el horno de retención, debido a que los datos se toman por medio de la observación directa. Por tal motivo, se requiere encontrar las causas que generan dichos problemas de

tal forma que se puedan minimizar las fallas en el proceso y obtener datos consistentes para la realización del informe de costo.

### **Objetivo General**

Analizar las causas de la inconsistencia en los reportes de chatarra, escoria y metal líquido en la sala de colada de CVG VENALUM.

### **Objetivos Específicos**

1. Describir el método de trabajo actual en la sala de colada.
2. Determinar las fuentes de metal sólido en forma de chatarra que se generan en la sala de colada durante la preparación del aluminio líquido.
3. Realizar una estimación correspondiente a la cantidad de escoria generada en los hornos de retención.
4. Realizar un análisis FODA con el fin de formular estrategias para minimizar las causas que generan inconsistencias en los reportes de chatarra, escoria y metal líquido.
5. Analizar las causas que generan las inconsistencias en los reportes utilizados para la elaboración del informe de costo mensual.

### **Justificación**

Esta investigación es de suma importancia para la sala de colada debido a que permitió identificar el problema en cuanto a las causas que generan incongruencias al momento de elaborar el informe de costo mensual. Fue necesario efectuar una evaluación para conocer las distintas fuentes que generan chatarra en la sala y además estimar la cantidad de escoria generada en los hornos de tal forma que se pueda llevar un control estricto de estos factores que generan ganancias a la empresa ya que la chatarra se refunde y la escoria es vendida a otras empresas, es fundamental identificar las causas que impiden cuantificar la capacidad real de los hornos para

registrar cuanto se está utilizando con respecto a la entrada y salida de aluminio líquido, toda esta información es requerida para el informe de costo que es realizado por la Gerencia de Colada y posteriormente presentado ante la presidencia de CVG VENALUM.

### **Delimitación**

La presente investigación se llevó a cabo en la Superintendencia de Inventario y Despacho, adscrita a la Gerencia de Colada. Para efectos de este estudio se enfocó en evaluar las causas que generan inconsistencias en los reportes que son utilizados para la realización del informe de costo mensual, además, estimar la cantidad de escoria que es extraída del horno de retención e inspeccionar las fuentes potenciales internas que son generadoras de chatarra en la sala de colada.

## CAPÍTULO II

### LA EMPRESA

La Industria Venezolana del Aluminio, C. A. (CVG VENALUM), adscrita al Ministerio de Industrias Básicas y Minería (MIBAM), y a la Corporación Venezolana de Guayana (CVG), es de capital mixto y por su condición jurídica es una Compañía Anónima.

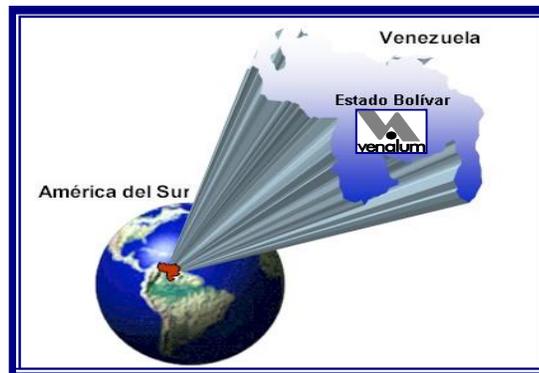
#### **Reseña Histórica de la Empresa**

En 1.973 se constituyó la empresa Industria Venezolana de Aluminio C.A., CVG VENALUM con el objeto de producir aluminio primario en diversas formas para fines de exportación. Es una empresa mixta, con 80% de capital venezolano, representado por la Corporación Venezolana de Guayana (CVG), y un 20% de capital extranjero, suscrito por el consorcio japonés integrado por Showa Denko K.K., Kobe Steel Ltd., Sumitomo Chemical Company Ltd., Mitsubishi Aluminium Company Ltd., y Marubeni Corporation. La planta de CVG VENALUM fue inaugurada oficialmente el 10 de junio del 1.978.

En el año 2.004 CVG VENALUM recibe formalmente la certificación ISO 9001-2000 para la línea de producción colada y fabricación de lingotes de aluminio para refusión y cilindros de extrusión. Una vez lograda esta certificación la extensión de la misma, fue aprobada en el mes de diciembre a través de una auditoría, culminando exitosamente al no detectarse inconformidades en el sistema, ingresando así como miembro de un selecto grupo de empresas que cuentan con esta importante certificación.

## Ubicación Geográfica

C.V.G. VENALUM está ubicada en la Avenida Fuerzas Armadas, zona Industrial Matanzas en Ciudad Guayana (ver figura 1), urbe creada por decreto presidencial el dos (2) de Julio de 1.961 mediante fusión de Puerto Ordaz y San Félix. La escogencia de la zona de Guayana, como sede de la gran industria del aluminio viene dada con el fin de aprovechar los innumerables recursos naturales que se obtienen al estar rodeada por los ríos más caudalosos del país como el Orinoco, Caroní, Paraguas y Cuyuní, entre otros.



**Figura 1.** Ubicación de la Empresa.

**Fuente.** Manual de inducción de CVG VENALUM.

## Misión

Producir y comercializar aluminio primario y aleaciones de manera sustentable para satisfacer los requerimientos de sus clientes y contribuir al desarrollo integral de la nación bajo el Modelo Socialista Bolivariano.

## Visión

Ser la empresa líder en la producción y abastecimiento de aluminio primario y aleaciones en el mercado nacional e internacional, con el aprovechamiento máximo de su capacidad instalada, de manera sustentable

para la consolidación de toda la cadena productiva del aluminio y contribuir al desarrollo integral de la Nación.

### **Descripción de la empresa**

La industria del aluminio C.V.G. VENALUM, es una empresa de sector productivo secundario, ya que esta se encarga de transformar la alúmina (materia prima) en aluminio, el cual es procesado en forma de cilindros y lingotes, de acuerdo a los pedidos realizados por sus clientes.

Para llevar a cabo el proceso productivo del aluminio, la empresa cuenta con salas industriales e instalaciones auxiliares, dentro de estas destacan:

#### Sala de Carbón

Está compuesta por las siguientes áreas:

- Planta de molienda y compactación: Su objetivo es la elaboración de bloques de ánodos verdes, los cuales son consumidos en las salas de celdas.
- Hornos de cocción: Los ánodos verdes son colocados en hornos de cocción, con la finalidad de mejorar su dureza y conductividad eléctrica, que garantice la eficiencia del proceso electrolítico.
- Sala de envarillado: En esta área los ánodos cocidos son acoplados a una barra conductora de electricidad.
- Planta de pasta catódica: Se produce la pasta catódica (mezcla de antracita y alquitrán líquido), con la finalidad de revestir el cátodo de las celdas electrolíticas.
- Reacondicionamiento catódico: Este departamento es el encargado de reconstruir las celdas que salen de servicio y de instalarlas nuevamente en los complejos de reducción para su arranque.

### Sala de Reducción

En esta área se lleva a cabo el proceso de reducción electrolítica que hace posible la transformación de alúmina en aluminio, obteniéndose así, el aluminio líquido que luego es trasegado (vaciado en crisoles) y transportado a la sala de colada. La sala de reducción está conformada por tres (3) complejos que son: Complejo I, Complejo II y V-Línea.

Cada complejo tiene dos (2) líneas de celdas, conectadas en serie y cada línea cuenta con dos salas de celdas y cada sala cuenta con 90 para un total de 900 celdas, de las cuales 720 son de tecnología Reynolds y 180 de tecnología Hydro Aluminium. Adicionalmente en V-Línea existen cinco (5) celdas de tipo V-350, las cuales conformaron parte del proyecto desarrollado por ingenieros venezolanos al servicio de la empresa, lo que representa uno de los más grandes proyectos tecnológicos ejecutado por profesionales Venezolanos.

### Sala de Colada

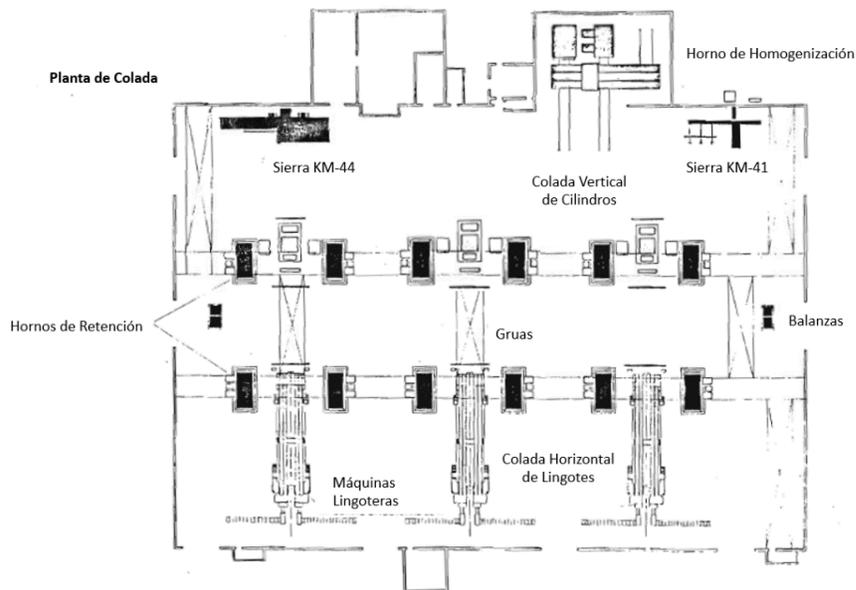
El aluminio líquido obtenido en las salas de celda es trasegado y trasladado en crisoles al área de colada, donde se elaboran los productos terminados. El aluminio se vierte en hornos de retención y se le agregan, si es requerido por los clientes, los aleantes que necesitan algunos productos.

Las operaciones en colada están divididas en tres (3) etapas principales:

- Recepción, distribución y preparación del metal en los hornos.
- Fabricación de lingotes mediante las coladas respectivas de los distintos tipos de productos.
- Recepción, pesaje, asignación y almacenaje para su posterior despacho de los distintos productos previa elaboración de los diferentes programas de producción.

Al recibirse los distintos crisoles provenientes de reducción el metal es desnatado, mediante esta operación es removido el baño electrolítico y óxido de aluminio que contiene el metal trasegado, seguidamente se toma muestra del metal la cual es enviada al laboratorio para verificar que se cumplan con las especificaciones establecidas. Los crisoles son pesados individualmente, determinándose el peso bruto, posteriormente de acuerdo al resultado del análisis y a un programa de preparación de los hornos de retención, el metal contenido en los distintos crisoles es distribuido en cada uno de los hornos de retención, luego se determina pesándose de nuevo los crisoles vacíos, el peso tara, de manera que sustrayendo el peso tara del bruto se obtiene el peso neto.

La carga de metal sólido también se efectúa de forma regular, teniéndose en cuenta el tipo de chatarra a ser mezclada con el metal líquido, de manera que concuerde con las especificaciones químicas del producto final requerido por los distintos clientes.



**Figura 2.** Esquema general de distribución en la sala de colada.

**Fuente.** Manual de los procesos productivos en CVG VENALUM.

### Laboratorio

En esta instalación se controla la composición química del electrolito, metal producido y materias primas, además se analizan los contaminantes producidos en el proceso de electrólisis.

### Instalaciones Auxiliares

Son aquellas instalaciones que no forman parte del proceso, pero que son indispensables para el buen funcionamiento de la planta, estas son:

- Instalaciones auxiliares de soporte: Patio de productos terminados y materias primas, suministro de aguas industriales, potable y contra incendios, aire comprimido y tratamiento de aguas negras.
- Oficinas de servicios sociales, talleres, almacén y muelle.

## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO

En este capítulo se desarrollaron una serie de elementos conceptuales que sirvieron de base a la indagación realizada en este trabajo de investigación. Por lo tanto, sirvió de apoyo para efectuar un estudio eficiente en la sala de colada.

#### **Antecedentes de la Investigación**

Martínez, Jean Carlos (1.998) realizó una investigación enfocada en la evaluación del índice de generación de escoria en los hornos de retención, con la finalidad de tomar acciones y minimizar las causas que influyen en la misma. Algunos de los resultados obtenidos indican debilidad en el cumplimiento de las prácticas operativas durante el proceso de preparación del metal líquido, además añadió que mientras mayor es la carga de metal sólido, se incrementa el índice de escoria.

Saloma, Aura (2.011) desarrollo una evaluación operativa sobre la generación de chatarra y su procesamiento en los hornos de retención y fusión ubicados en la sala de colada de CVG VENALUM, con la finalidad de establecer las cantidades generadas de chatarra interna y externa de cada uno de los procesos productivos, además efectuó una evaluación económica por medio del método costo anual uniforme equivalente para seleccionar entre dos (2) alternativas, y en base a los resultados obtenidos seleccionar la opción más económica que genere menos costos a la empresa para adquirir un horno de fusión con capacidad suficiente para refusión de chatarra.

## **Bases Teóricas**

### **Escoria**

Las escorias son un subproducto de la fundición de la mena para purificar los metales. Se pueden considerar como una mezcla de óxidos metálicos; sin embargo, pueden contener sulfuros de metal y átomos de metal en forma de elemento. Aunque la escoria suele utilizarse como un mecanismo de eliminación de residuos en la fundición del metal, también pueden servir para otros propósitos, como ayudar en el control de la temperatura durante la fundición y minimizar la reoxidación del metal líquido final antes de pasar al molde.

En la naturaleza, los minerales de metales como el hierro, el cobre, el aluminio y otros metales se encuentran en estados impuros, a menudo oxidados y mezclados con silicatos de otros metales. Durante la fundición, cuando la mena está expuesta a altas temperaturas, estas impurezas se separan del metal fundido y se pueden retirar. La colección de compuestos que se retira es la escoria.

La escoria tiene muchos usos comerciales y raramente se desecha. A menudo se vuelve a procesar para separar algún otro metal que contenga.

### **Lingotes de 22 kg**

Actualmente, solo se están procesando los lingotes de 22 kg debido a que poseen mayor demanda y comercialización, estos se fabrican en las lingoteras horizontales especialmente diseñadas para ello. Cada máquina o unidad consta de 212 moldes los cuales están ubicados en líneas uno tras otro formando cuatro (4) grupos de 53 moldes, cinco (5) que producen los lingotes base de los bultos y 48 moldes planos conforman el resto del bulto,

de manera que cada paquete de lingotes de 22 kg está formado por 53 lingotes pesando en conjunto 1.166 kg.

### Aleaciones de Aluminio

El aluminio puro es un material blando y poco resistente a la tracción. Para mejorar estas propiedades mecánicas se alea con otros elementos, principalmente magnesio, manganeso, cobre, zinc y silicio, a veces se añade también titanio y cromo.

A continuación, se muestran los parámetros operativos para cargar los aleantes al horno de retención, con el objetivo de fabricar productos verticales en la sala de colada (ver tabla 1).

**Tabla 1.** Parámetros operativos para la carga de aleantes según aleación a preparar en los hornos de retención.

Aleación	Aleantes	Temperatura Metal Líquido (°C)	Tipo de llama	Forma de Carga	Temperatura de Colada (°C)	Condición de Carga
1350	Boral	735 ± 5	Normal	Rampa y Paleta de Carga	735 ± 5	Hacia el centro del Horno
	Hierro					
6060 6063 6005 6061	Silicio	735 ± 5	Normal		≥ 708 °C ≤ 718 °C	
	Hierro					
	Manganeso					
	Titanio					
A 356.2	Magnesio	725 ± 5	Suprimida		745 ± 5	
	Titanio	760 ± 5	Normal			
	Silicio	735 ± 5	Suprimida			
	Estroncio (*)					
Magnesio						

**Fuente.** Práctica de trabajo recepción, distribución y preparación de metal.

## **Cilindros**

Los diámetros más comunes fabricados en la sala de colada son: 6", 6 1/8", 7", 8" y 9", con una longitud máxima de 250". Para obtener una estructura de grano fino y evitar la formación de grietas se adiciona durante la colada una aleación de Titanio-Boro-Aluminio, en forma de alambro, la cual posee 5% de Titanio y 1% de Boro y el resto de aluminio, el efecto del Titanio es el de producir un compuesto químico microscópico que se distribuye en todo el seno del metal, el cual acelera la nucleación y posterior formación de una gran cantidad de granos, lo cual hace que los granos no crezcan durante el proceso de solidificación conformando una estructura de grano fino, que evita la formación de grietas.

## **Diagramas**

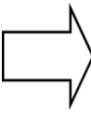
Son representaciones que permiten presentar cualquier tipo de información, logrando mostrar detalles de cualquier proceso, de tal forma que logre ser entendido por cualquier persona. Son instrumentos que se utilizan para facilitar la tarea de observar, analizar y desarrollar los métodos empleados para ejecutar actividades, estos permiten abordarlas de forma ordenada y metódica.

### **Diagrama de Proceso**

El diagrama de proceso, es una forma gráfica de presentar las actividades involucradas en la elaboración de un bien y/o servicio terminado.

Es un diagrama detallado, además se utilizan todos los símbolos y se aplica para trabajo directo e indirecto, determina costos ocultos, con la utilización de este diagrama se le puede hacer seguimiento al (personal, equipo, materia prima), el verbo que se utiliza es voz activa para referirse al operario y voz pasiva cuando se trata de equipo o materia prima.

**Tabla 2.** Símbolos para elaborar diagramas según la OIT.

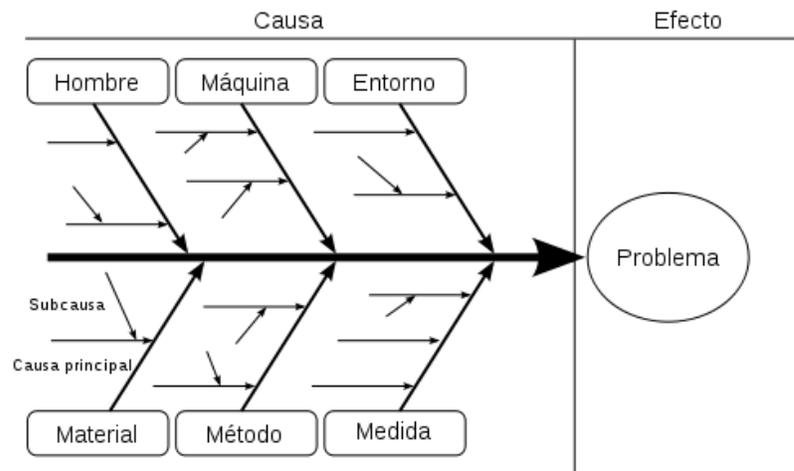
SIMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	Operación	Modificación intencional que se le hace a un objeto en cualquiera de sus características físicas o químicas.
	Inspección	Verificación de la calidad y/o cantidad.
	Transporte	Indica movimiento de los trabajadores, materiales o equipos de un lugar a otro.
	Demora	Ocurre cuando las condiciones no permiten la inmediata realización de la acción planeada (evitable o inevitable).
	Almacenaje	Tiene lugar cuando un objeto se mantiene y protege contra un traslado no autorizado (temporal o permanente).

**Fuente.** Clases de ingeniería de métodos, Prof. Iván Turmero.

### Diagrama Causa – Efecto

Es conocido también como el “diagrama de las espinas de pescado” por la forma que tiene o bien con el nombre de Ishikawa por su creador, fue desarrollado para facilitar el análisis de problemas mediante la representación de la relación entre un efecto y todas sus causas o factores que originan un problema, por este motivo recibe el nombre de “Diagrama de causa – efecto” o diagrama causal.

Este diagrama causal es la representación gráfica de las relaciones múltiples de causa-efecto entre las diversas variables que intervienen en un proceso.



**Figura 3.** Estructura del Diagrama Causa - Efecto.

**Fuente.** Wikipedia la enciclopedia libre.

### Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una variación del histograma tradicional, puesto que en el Pareto se ordenan los datos por su frecuencia de mayor a menor. El principio de Pareto, también conocido como la regla 80-20 enunció en su momento que "el 20% de la población, poseía el 80% de la riqueza". Evidentemente son datos arbitrarios y presentan variaciones al aplicar la teoría en la práctica, sin embargo éste principio se aplica con mucho éxito en muchos ámbitos, entre ellos en el control de la calidad, ámbito en el que suele ocurrir que el 20% de los tipos de defectos, representan el 80% de las inconformidades.

El objetivo entonces de un diagrama de Pareto es el de evidenciar prioridades, puesto que en la práctica suele ser difícil controlar todas las posibles inconformidades de calidad de un producto o servicios.

### Matriz FODA

El análisis DAFO, también conocido como análisis FODA o DOFA, es una metodología de estudio de la situación de una empresa o un proyecto,

analizando sus características internas (Debilidades y Fortalezas) y su situación externa (Amenazas y Oportunidades) en una matriz cuadrada.

Es una herramienta para conocer la situación real en que se encuentra una organización, empresa o proyecto, y planear una estrategia de futuro. Durante la etapa de planeamiento estratégico y a partir del análisis FODA se deben contestar cada una de las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se puede destacar cada fortaleza?
- ¿Cómo se puede disfrutar cada oportunidad?
- ¿Cómo se puede defender cada debilidad o carencia?
- ¿Cómo se puede detener cada amenaza?

### **Principales Técnicas para la Recolección de Datos**

Los analistas utilizan una variedad de métodos a fin de recopilar los datos sobre una situación existente, como entrevistas, cuestionarios, inspección de registros (revisión en el sitio) y observación. Cada uno tiene ventajas y desventajas. Generalmente, se utilizan dos o tres para complementar el trabajo de cada una y ayudar a asegurar una investigación completa.

#### La Entrevista

Desde un punto de vista general, es una forma específica de interacción social. El investigador se sitúa frente al investigado y le formula preguntas, a partir de cuyas respuestas habrán de surgir los datos de interés. Se establece así un diálogo, pero un diálogo peculiar, asimétrico, donde una de las partes busca recoger informaciones y la otra se nos presenta como fuente de estas informaciones.

#### La Encuesta

Consiste en una interrogación verbal o escrita que se les realiza a las personas de las cuales se desea obtener la información necesaria para la

investigación. Cuando la encuesta es verbal se hace uso del método de la entrevista, y cuando es escrita se hace uso del instrumento del cuestionario, el cual consiste en un documento con un listado de preguntas, las cuales se les hacen a la personas a encuestar.

### La Técnica de Observación

Otra técnica útil para el analista en su progreso de investigación, consiste en observar a las personas cuando efectúan su trabajo. La tarea de observar no puede reducirse a una mera percepción pasiva de hechos, situaciones o cosas.

La observación tiene amplia aceptación científica. Los sociólogos, psicólogos e ingenieros industriales utilizan extensamente ésta técnica con el fin de estudiar a las personas en sus actividades de grupo y como miembros de la organización. El propósito de aplicar esta técnica es múltiple, ya que, permite al analista determinar que se está haciendo, como se está haciendo, quien lo hace, cuando se lleva a cabo, cuanto tiempo toma, dónde se hace y por qué se hace.

### **Glosario de Términos**

- Aluminio: Es un metal base que puede ser manufacturado para desempeñar diferentes funciones. Es acompañado por el cambio de los diferentes elementos en la aleación y por la forma en la cual es fabricado, endurecido y tratado térmicamente.
- Chatarra: Son los desperdicios y residuos metálicos que se generan en los procesos, posteriormente son seleccionados para refundir de acuerdo a su composición química.

- Desnatado: Operación que se realiza durante la preparación del horno de retención o basculante, con el fin de retirar la escoria generada en la superficie del aluminio líquido.
- Horno Basculante: Es un horno utilizado para la refusión de chatarra.
- Horno de Retención: Es un horno que se emplea en la sala de colada para mantener el metal en estado líquido, en este se hace la preparación de metal.
- Metal Compactado: Aluminio que es recuperado, luego del proceso de prensado.
- Metal Líquido: Constituye el insumo más importante para la fabricación del producto terminado, el mismo es recibido de la sala de colada proveniente de las distintas salas de reducción.
- Procedimiento: Conjunto de pasos lógicos para realizar una tarea.
- Proceso: Serie de operaciones de manufactura que hacen avanzar al producto hacia sus especificaciones finales de tamaño y forma.
- Remanente: Cantidad de metal sobrante al finalizar la colada.
- Tochos: Son los cilindros cortados en longitudes pequeñas los cuales varían entre 20" y 30" dependiendo de las especificaciones del cliente.
- Tolva: Recipiente metálico utilizado para almacenar metal sólido (chatarra).

## CAPÍTULO IV

### DISEÑO METODOLÓGICO

En el capítulo que se presenta a continuación se describieron, todas y cada una de las herramientas utilizadas, en este informe de investigación; tales como: descripción del tipo de estudio, descripción de la población y muestra, los diferentes recursos e instrumentos utilizados, además de las técnicas que se llevaron a cabo para recolectar los datos y el procedimiento metodológico.

#### **Tipo de Estudio**

De acuerdo con la estructura de la investigación desarrollada y con el fin de cumplir con los objetivos del estudio, se implementó el tipo de investigación de campo, descriptiva y evaluativa, el cual se desenvuelve dentro de un diseño experimental.

- **Investigación de Campo:** Se trata de una investigación de campo, ya que, se realizó directamente en la empresa CVG VENALUM, lo cual hizo posible el contacto directo entre investigador y la problemática presentada en la sala de colada, logrando así una mayor visión e información porque a través de él se aplicaron métodos y técnicas que permitió la recolección de información directa realizada en el proceso productivo. Esto acontece cuando se recolectan los datos reales, dejando en evidencia las verdaderas condiciones en que se han obtenido los datos lo cual facilita su revisión o modificación en caso de surgir dudas.

- **Investigación Descriptiva:** Se realizó un estudio de tipo descriptivo, porque a través de él se logró describir las condiciones actuales en relación al método de trabajo empleado en la sala de colada. Además, se realizaron encuestas estructuradas y entrevistas al personal, de tal forma que la información esté sustentada sobre realidades de hechos para presentar una interpretación correcta.
- **Investigación Evaluativa:** Una investigación de tipo evaluativa, puesto que, luego de describir el proceso, inmediatamente se comenzó a evaluar específicamente la problemática existente en relación a las causas que generan inconsistencias en los reportes de chatarra, escoria y metal líquido.
- **Investigación Experimental:** El estudio que se realizó es de tipo experimental, porque fue sustentado a través de los niveles de escoria y chatarra interna. Estos datos fueron recolectados bajo su contexto natural para luego ser analizados.

## **Población**

Esta investigación se realizó en la sala de colada de CVG VENALUM, tanto en los hornos del área de verticales como de horizontales, En total se cuenta con una población de un (1) horno basculante y 12 hornos de retención, a su vez estos se subdividen en: seis (6) hornos de productos horizontales correspondiente a los n° (1, 2, 3, 4, 5, 6) y seis (6) hornos de productos verticales con los n° (7, 8, 9,10,11,12).

## **Muestra**

Actualmente, se encuentran desincorporados cinco (5) hornos de retención debido a la carencia de repuestos. Para efectos de este estudio se seleccionó como muestra el horno basculante, además de los hornos de

retención que se encuentran totalmente operativos, por lo tanto, con respecto a los de producto horizontal estos son los nº (1, 2, 3, 5) y los de producto vertical fueron los nº (8, 9,10).

## **Recursos**

### Recursos Físicos

- Teléfono, utilizado para grabar las entrevistas.
- Lápiz y papel, para recolectar la información.
- Pendrive.
- Cámara digital.
- Computadora.

### Recursos Humanos

- Entrevistas: Se realizaron entrevistas no estructuradas a los supervisores y operarios en la sala de colada, con el propósito de recolectar e interpretar toda información necesaria para ejecutar el estudio.
- Observación Directa: Este recurso engloba a las visitas al área, es decir, las veces en las que el investigador por medio de la observación directa apreció las condiciones actuales de las instalaciones, hornos de retención, horno basculante, método de trabajo empleado, entre otros, con el fin de obtener información requerida para el estudio.
- Bibliografías: Utilizadas para enfocar y definir el marco teórico del estudio. Entre ellos se pueden mencionar los siguientes: folletos, manuales, Internet e intranet, los cuales se utilizaron para la obtención de información completa sobre la empresa.

## Procedimiento Metodológico

A continuación se describen los procedimientos que se utilizaron en la recopilación de información:

1. Se realizó un recorrido por la sala de colada contando con la compañía del tutor industrial, esto con el fin de conocer el área y proceso productivo.
2. Se consultaron generalidades de la empresa a través de internet e intranet, además de consultas bibliotecarias.
3. Búsqueda de reportes correspondientes a chatarra y escoria, a través del sistema integral de colada (*SIC*).
4. Se realizaron varias visitas a la sala de colada, para observar con detalle el proceso productivo para la obtención de los productos terminados, así como el funcionamiento de los hornos de retención y su distribución en el área.
5. Revisión de las prácticas de trabajo de la sala de colada, con la finalidad de conocer los procedimientos establecidos por la empresa para realizar las actividades.
6. A través de entrevistas no estructuradas se procedió a recolectar la información referente a la situación actual de los hornos de retención, chatarra y escoria.
7. Se realizaron entrevistas no estructuradas a especialistas de producción, supervisores y operadores para identificar diferentes puntos generadores de chatarra dentro de la sala de colada y la manipulación que estos reciben.
8. Encuestas estructuradas para conocer la apreciación del personal de la sala de colada con respecto a las prácticas de trabajo y se realizaron preguntas de interés para efectos del estudio.

## CAPÍTULO V

### SITUACIÓN ACTUAL

Incluye una descripción detallada de la situación actual evidenciada mediante la observación directa e información suministrada por el personal de la sala de colada.

#### **Descripción del Método de Trabajo Actual**

La producción de aluminio sólido en la sala de colada comienza con la llegada de los crisoles provenientes de las salas de reducción, los cuales son ubicados en las balanzas para su inspección, pesado y posterior distribución. A través de un dispositivo que posee una termocupla es medida la temperatura del aluminio líquido y además se realiza una verificación de su composición química a través del envío de la muestra sólida por medio de correo neumático al laboratorio. Una vez que se obtienen los resultados del aluminio, se dispone a seleccionar el horno mediante el *Sistema Integral de Colada (SIC)*, para verter el aluminio líquido según la composición química, la colada que se vaya a realizar y el producto final que se desea obtener.

En el horno de retención se preparan aleaciones que consisten en la adición al aluminio de otros elementos metálicos como silicio, hierro, magnesio, titanio y manganeso en proporciones o cantidades específicas dependiendo del tipo de aleación a fabricar. Es importante destacar que los aleantes son añadidos únicamente para fabricar productos verticales, al finalizar la colada control de calidad se encarga de inspeccionar que los cilindros no posean imperfecciones superficiales y a través de un ultrasonido se verifica la posible existencia de grietas internas, los cilindros que no

cumplen con las especificaciones de calidad establecidas se rechazan y son almacenados como chatarra, posteriormente los cilindros aceptados son llevados al horno de homogeneizado para realizar el tratamiento térmico, cuando los cilindros salen del horno pasan al proceso de enfriamiento con ventiladores y posteriormente con agua. Culminado el proceso debido a que la sierra KM-44 está conectada en serie con este horno se procede a despuntar los cilindros según sean las medidas específicas del cliente eliminando la superficie irregular creada por los moldes de la mesa de colada, en este proceso de corte se desprende viruta y tochos que son almacenados para tratarlos como chatarra. Luego se realiza una inspección de calidad para verificar corte, diámetro y número de colada, se pesan los cilindros y por último se trasladan al área de inventario para el flejado y almacenarlo. Por otra parte, a la preparación de hornos correspondiente a productos horizontales no se le agrega aleantes, puede ser cargado de chatarra dependiendo de la similitud en cuanto a la composición química que posea ésta con respecto a la del aluminio líquido contenido en el horno.

Por otra parte, cuando un horno ya se encuentra en la capacidad máxima de metal líquido (establecido de forma empírica por el supervisor), se realiza el desnate a través de la puerta principal utilizando un montacargas para eliminar toda impureza y escoria de la superficie. Posteriormente, se pesa la escoria para ser llevada a la prensa, donde se comprime y se extrae aluminio compactado, el cual es depositado en molde para ser tratado como chatarra y la escoria es almacenada para ser vendida a otras empresas.

En cuanto a la generación de chatarra en la producción de lingotes y cilindros se da el caso de que existen productos defectuosos, además, al finalizar el proceso de colada ocurren derrames de aluminio por los canales debido a que estos poseen un orificio diseñado con el objetivo de drenar el

metal líquido remanente y posteriormente depositarlo en tolvas para luego manipularlo como chatarra.

### Diagrama de Proceso

A continuación a través de esta técnica de diagramación se muestra la secuencia de todas las actividades realizadas actualmente en la sala de colada, se aplica con fines analíticos en función de conocer el desarrollo del proceso para descubrir y eliminar ineficiencias en el método de trabajo que influyen en los reportes. Se clasifican las acciones que se realizan durante el proceso mediante los términos de operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenajes.

Diagrama: Proceso.

Proceso: Recepción, distribución, preparación del metal en los hornos y fabricación de productos terminados.

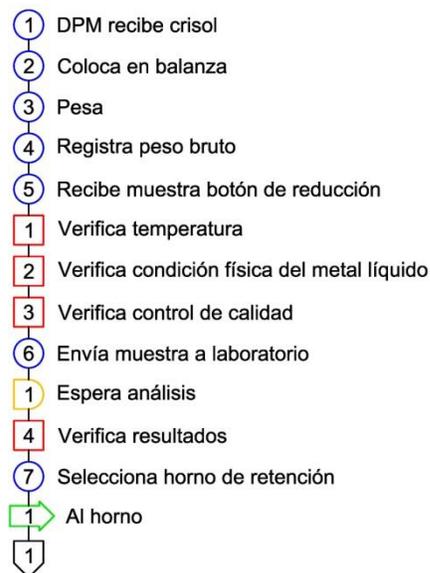
Inicio: DPM recibe crisol.

Fin: Almacena cilindros, almacena lingotes.

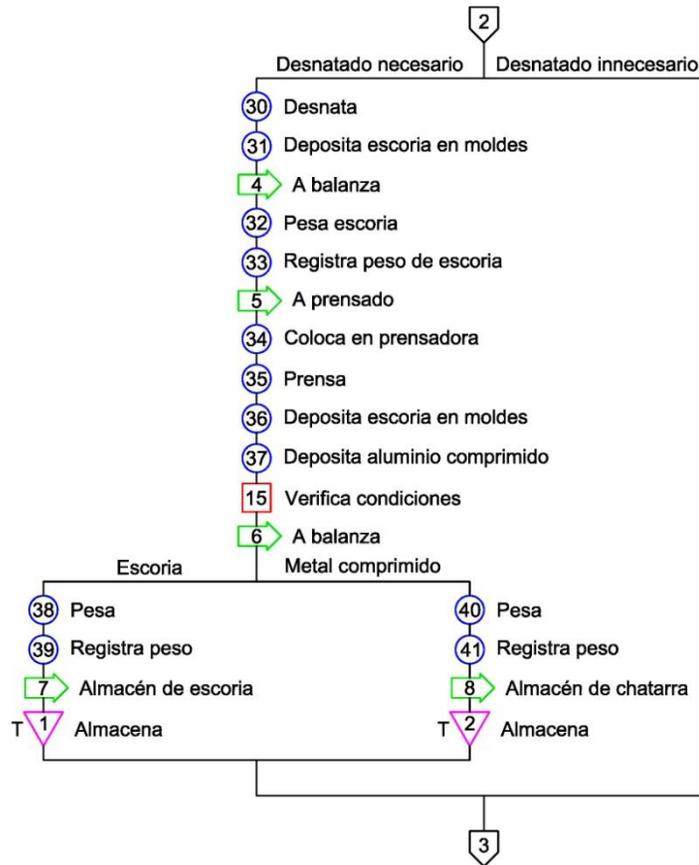
Fecha: 10-11-2.015.

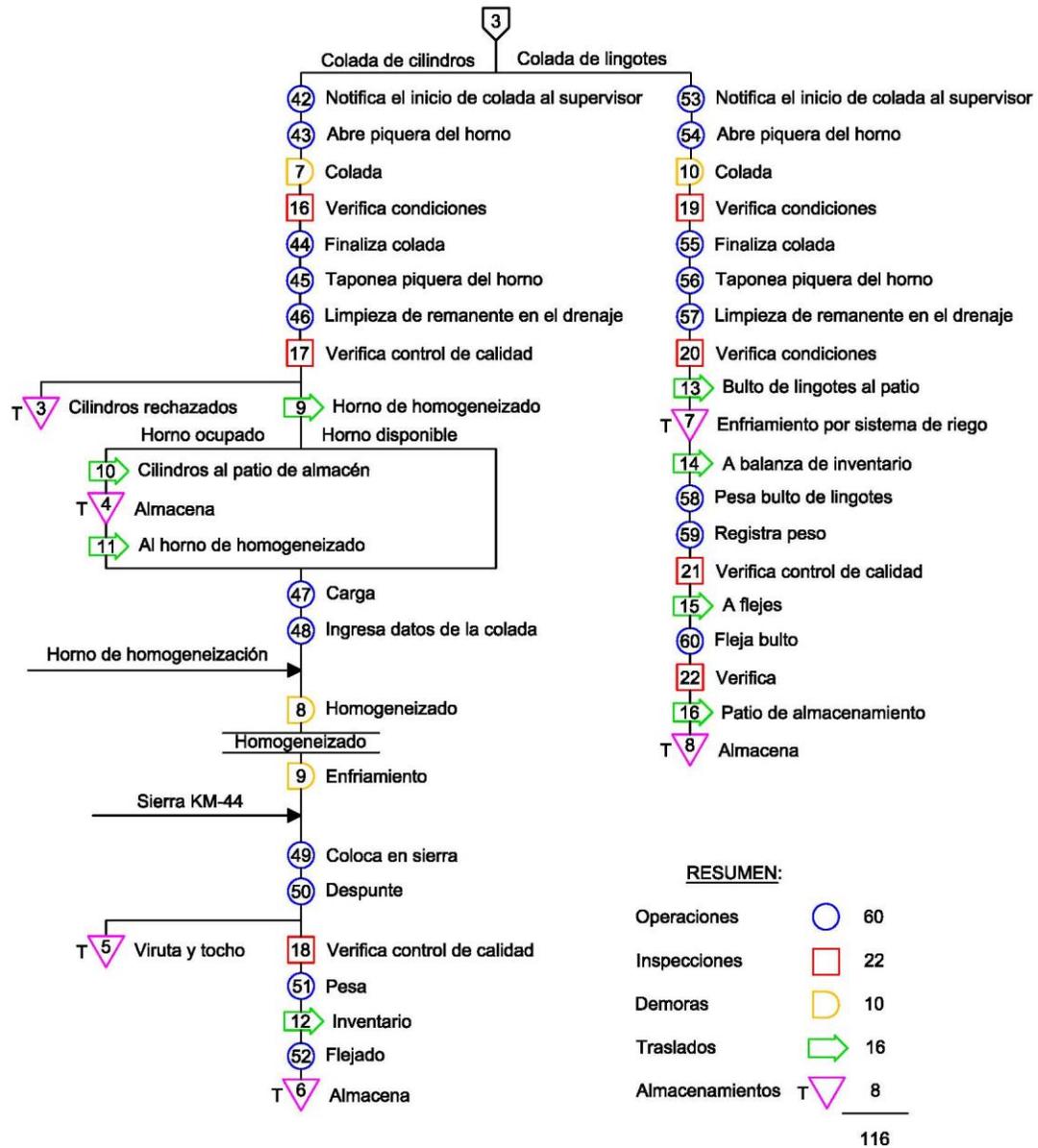
Método: Actual.

Seguimiento: Operador.









**Gráfico 1.** Diagrama de proceso correspondiente a la recepción, distribución, preparación del metal en los hornos y fabricación de productos terminados.

**Fuente.** Elaboración propia.

A través de este diagrama se logró esquematizar el proceso que se realiza en la sala de colada, evidenciando inspecciones, operaciones, demoras, traslados y almacenaje temporal los cuales se consideran aceptables por lo que no inciden de forma negativa al proceso. Es fundamental prestar atención al diagrama para verificar el cumplimiento de las actividades y evitar posibles operaciones “cuello de botella”, pérdidas de material, tiempo y energía.

### **Matriz FODA: Factores Externos e Internos**

Se utilizó esta herramienta de la planeación estratégica para conformar un cuadro permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso que proporciona información detallada para conducir al desarrollo de cuatro tipos de estrategias: FO, DO, FA y DA. Las letras F, O, D y A representan fortalezas (I), oportunidades (E), debilidades (I) y amenazas (E) respectivamente que representan el ámbito externo e interno de la gerencia de colada que inciden directamente sobre la problemática existente con respecto a los datos inconsistentes que se ven reflejado en los reportes.

En base al método de trabajo, entrevistas al personal y por medio de la observación directa se realizó una lista de fortalezas claves, debilidades decisivas, oportunidades importantes y amenazas claves con el objetivo de analizar los aspectos positivos y negativos relacionados al problema.

A continuación se presenta una lista de los factores externos e internos:

#### **Fortalezas**

- 1- Se cuenta con prácticas de trabajo establecidas por la empresa.
- 2- El informe de costo es realizado por un especialista de producción, el cual posee experiencia en los procesos relacionados a la sala de colada.
- 3- Se cuenta con el apoyo de sistemas de la calidad.

### **Debilidades**

- 1- No se cuenta con suficientes equipos auxiliares para realizar las operaciones.
- 2- Eventualmente se evita hacer el desnatado de los hornos.
- 3- Los operadores no realizan los procedimientos para el pesaje de escoria y chatarra correctamente.

### **Oportunidades**

- 1- CVG VENALUM apoya proyectos que sean en función de mejorar y optimizar los procesos y métodos de trabajo en la empresa.
- 2- La escoria extraída es vendida a empresas de la zona.
- 3- La capacidad instalada de la sala de colada posee espacio necesario para el movimiento del material.

### **Amenazas**

- 1- Para el reporte de inventario de chatarra y metal líquido, existen incongruencias ya que el total de chatarra generada en productos horizontales es cero (0) kg y el metal líquido contenido en los hornos se determina por medio de la observación directa.
- 2- No se cumplen con las prácticas de trabajo establecidas por la empresa.

**Tabla 3. Matriz FODA: Factores externos e internos.**

	<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
	<p>1- Se cuenta con prácticas de trabajo establecidas por la empresa.</p> <p>2- El informe de costo es realizado por un especialista de producción, el cual posee experiencia en los procesos relacionados a la sala de colada.</p> <p>3- Se cuenta con el apoyo de sistema de la calidad.</p>	<p>1- No se cuenta con suficientes equipos auxiliares para realizar las operaciones.</p> <p>2- Eventualmente se evita hacer el desnatado de los hornos.</p> <p>3- Los operadores no realizan los procedimientos para el pesaje de escoria y chatarra correctamente.</p>
<b>OPORTUNIDADES</b>		
<p>1- CVG VENALUM apoya proyectos que sean en función de mejorar y optimizar los procesos y métodos de trabajo en la empresa.</p> <p>2- La escoria extraída es vendida a empresas de la zona.</p> <p>3- La capacidad instalada de la sala de colada posee espacio necesario para el movimiento del material.</p>		
<b>AMENAZAS</b>		
<p>1- Para el reporte de inventario de chatarra y metal líquido, existen incongruencias ya que el total de chatarra generada en productos horizontales es cero (0) kg y el metal líquido contenido en los hornos se determina por medio de la observación directa.</p> <p>2- No se cumplen con las prácticas de trabajo establecidas por la empresa.</p>		

**Fuente.** Elaboración propia.

A través de los ámbitos externos e internos se evidenció que la empresa cuenta con procedimientos definidos para el cumplimiento de las funciones y se encuentra en la disposición de manejarse en función de la mejora continua. Sin embargo, posee irregularidades en materia de insumos y equipos, esto genera consecuencias como deficiencias en el método de

trabajo, simplificación e incumplimiento de las actividades, que sin lugar a dudas se refleja en los reportes mensuales de inventario y producción.

## Encuesta

La encuesta aplicada permitió recolectar información acerca de la situación evidenciada en la sala de colada, para luego ser analizada e interpretada. Constó de cinco (5) preguntas, del tipo cerrada sin argumentos con el tipo de respuesta si/no, el objetivo fundamental fue recopilar la opinión pública para medir el nivel de conocimientos que tiene el personal con respecto a los problemas evidenciados sobre las inconsistencias de los reportes que inciden de forma directa en el informe de costo mensual. La encuesta fue realizada a tres (3) supervisores de turno, dos (2) especialistas de producción y cuatro (4) operadores integrales, por tal motivo, se obtuvo una muestra de nueve (9) personas que poseen conocimientos en el área de estudio. Las preguntas realizadas fueron las siguientes:

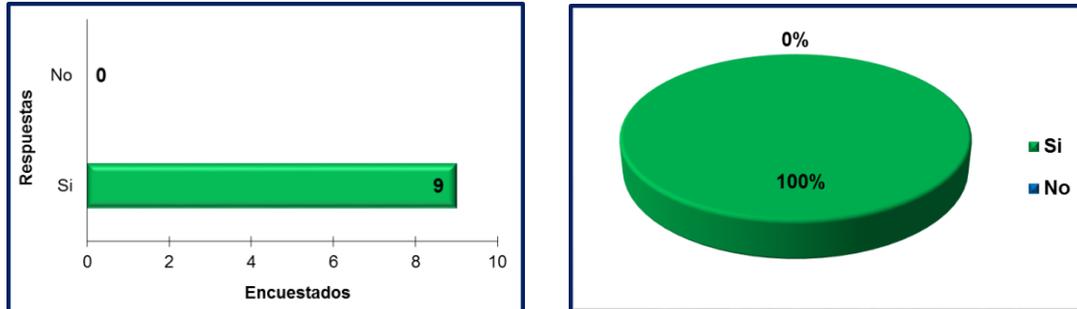
<p>1- ¿Conoce usted la existencia de las Prácticas de Trabajo establecidas por CVG VENALUM para el cumplimiento de las funciones?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p>
<p>2- ¿Considera usted que actualmente las operaciones para el desnatado de los hornos de retención se realizan correctamente?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p>
<p>3- ¿Considera usted que determinar la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención por medio de la observación directa es un método apropiado?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p>
<p>4- ¿Considera usted necesario implementar un método analítico para calcular la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p>
<p>5- ¿Para el inventario mensual se refunde la chatarra de horizontal en el horno de retención y/o basculante?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p>

**Figura 4.** Preguntas realizadas en la encuesta.

**Fuente.** Elaboración propia.

Los resultados arrojados por dicha encuesta se muestran a continuación:

1-. ¿Conoce usted la existencia de las Prácticas de Trabajo establecidas por CVG VENALUM para el cumplimiento de las funciones?

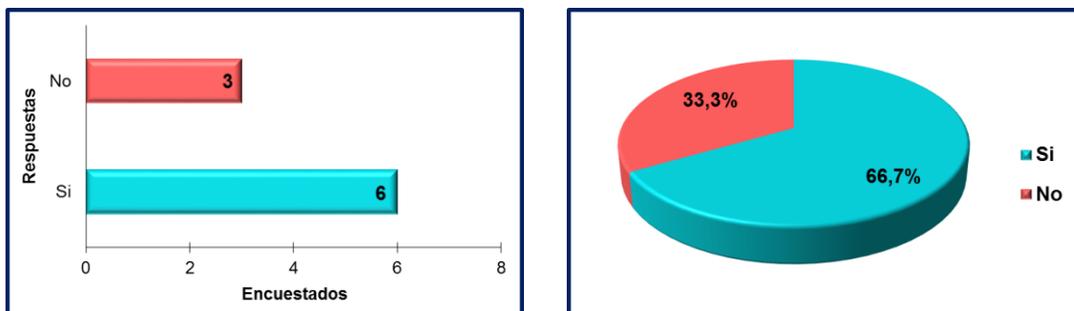


**Gráfico 2.** Resultado nº 1.

**Fuente.** Elaboración propia.

Las nueve (9) personas encuestadas afirmaron conocer las prácticas de trabajo que definen el procedimiento para realizar las operaciones. Sin embargo, se pudo conocer durante la estadía en la sala de colada, la existencia de operaciones que no se realizan según lo establecido, ejemplo de esto es el desnatado, ya que no se realiza frecuentemente luego de efectuar la preparación de los hornos. Esto se puede atribuir a deficiente supervisión o falta de equipos para realizar el trabajo.

2-. ¿Considera usted que actualmente las operaciones para el desnatado de los hornos de retención se realizan correctamente?

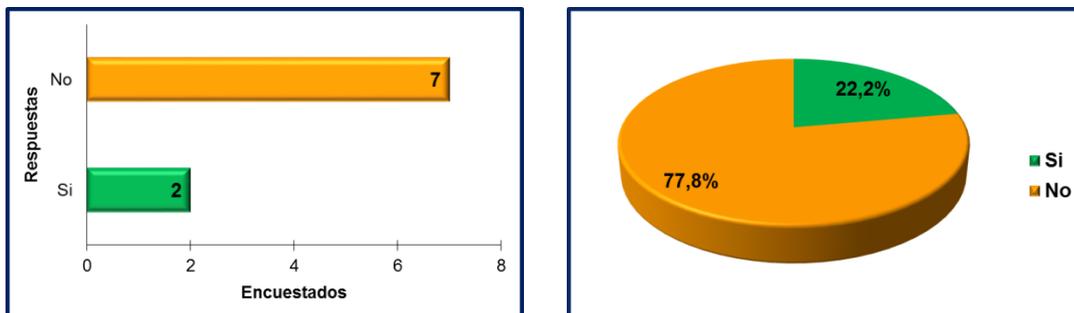


**Gráfico 3.** Resultado nº 2

**Fuente.** Elaboración propia.

El 66,7% de los encuestados afirmaron que el desnatado de los hornos se realiza correctamente y una minoría representando el 33,3% de la muestra opinó que existen deficiencias. Ahora bien, se realizó un acompañamiento a un operador integral con el objetivo de observar como realiza el desnatado, las operaciones ejecutadas estuvieron acorde con lo establecido en la práctica de trabajo, sin embargo, el operador logró extraer poca escoria del horno ocho (8) en ese momento, por tal motivo, procedió a trasladar una tolva que se encontraba almacenada con escoria; la cual fue utilizada para el pesaje, posteriormente registrando ese dato en el SIC. Sin lugar a dudas, estas irregularidades afectan directamente la consistencia de los reportes, aún más si ocurren frecuentemente.

3- ¿Considera usted que determinar la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención por medio de la observación directa es un método apropiado?

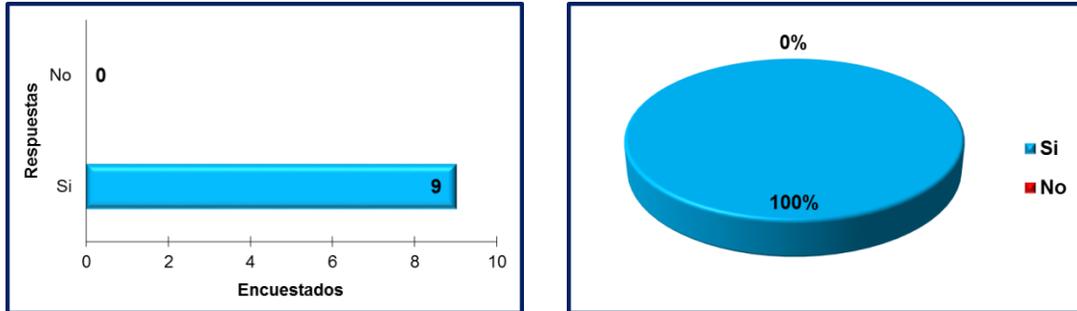


**Gráfico 4.** Resultado nº 3.

**Fuente.** Elaboración propia.

El 77,8% de los encuestados opinaron que determinar la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención por medio de la observación directa es un método poco apropiado, pues cada individuo posee una apreciación distinta lo cual convierte el método en poco preciso. Por tal motivo, estos datos que son cargados al SIC es otro factor que generan incongruencias en los reportes.

4- ¿Considera usted necesario implementar un método analítico para calcular la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención?

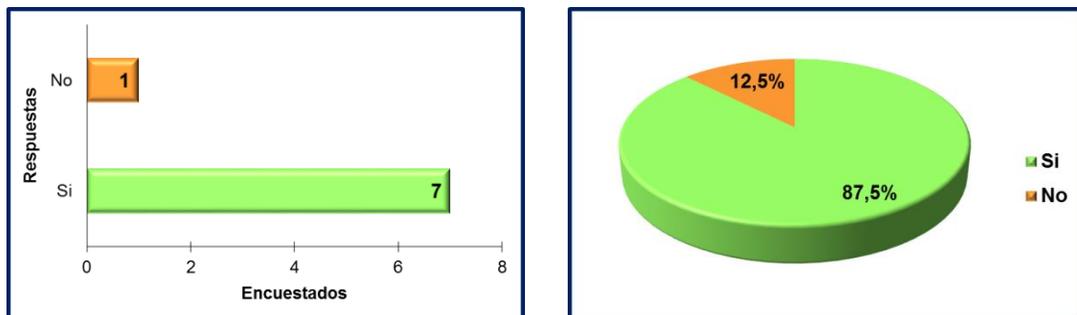


**Gráfico 5.** Resultado nº 4.

**Fuente.** Elaboración propia.

Las nueve (9) personas encuestadas coincidieron en que es necesario innovar e implementar un método más preciso que facilite la obtención de datos consistentes y sobretodo que estén aproximados a la realidad.

5- ¿Para el inventario mensual se refunde la chatarra de horizontal en el horno de retención y/o basculante?



**Gráfico 6.** Resultado nº 5.

**Fuente.** Elaboración propia.

Siete (7) personas afirmaron que si se refunde la chatarra y solo una (1) opinó que no. Es importante resaltar que un encuestado omitió la pregunta. Por otra parte, se evidencia que al generar el reporte de inventario mensual,

la chatarra de horizontal se refunde en los hornos para evitar pesarla, por tal motivo todos los meses es cero (0) kg, este procedimiento es indebido puesto que se debe pesar la chatarra generada en cada punto de la sala de colada antes de cargarla en el horno.

### **Diagrama Causa-Efecto**

En primer lugar para diseñar el diagrama se utilizaron los resultados obtenidos tanto de los factores del análisis FODA como la encuesta estructurada, además se realizaron en distintas oportunidades entrevistas no estructuradas a operadores, supervisores de turno, especialistas de producción y jefe de mantenimiento. Esto con la finalidad de recaudar información por medio de distintas fuentes y engranarla para evitar omitir cualquier aspecto relacionado al problema (ver gráfico 7).

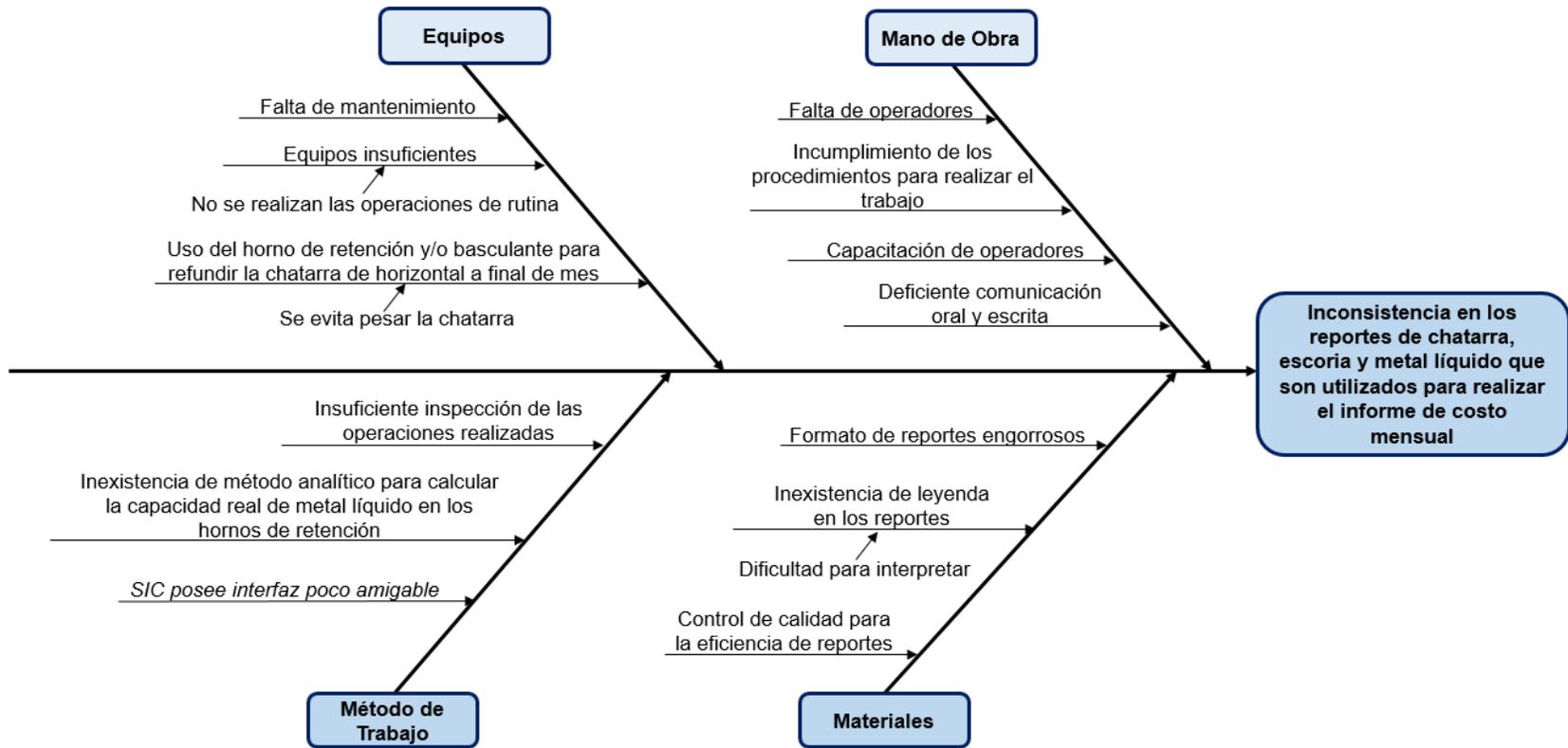


Gráfico 7. Diagrama Causa-Efecto.

Fuente. Elaboración Propia.



Ahora bien, ya identificadas las causas raíces y subcausas que inciden directamente sobre la inconsistencia en los reportes de chatarra, escoria y metal líquido que son utilizados para realizar el informe de costo mensual, se procede detallar el impacto que tienen sobre el problema.

### Equipos:

- Falta de mantenimiento: En la sala de colada se puede observar que a los montacargas existentes no le realizan un mantenimiento preventivo para evitar deterioro y cuidar su vida útil, ya que estos equipos son utilizados para múltiples actividades. Por otra parte, la limpieza de los hornos de retención no es frecuente y esto reduce la capacidad real de metal líquido contenido en el mismo.
- Equipos insuficientes: Es importante resaltar que los montacargas están disponibles para ser utilizados en el traslado de chatarra, bultos de producto terminado, desnatar los hornos, entre otros usos, debido a esto, no se tienen los montacargas clasificados para ejecutar una actividad en específico. Por lo tanto, en esta causa raíz se deriva la subcausa en donde se menciona que no se realizan las operaciones de rutina, esto debido a que se simplifican los trabajos para dar abasto a la demanda de montacargas de tal forma que no se cumplen los procedimientos establecidos en la práctica de trabajo.
- Uso del horno de retención y/o basculante para refundir la chatarra de horizontal al final de mes: En el reporte mensual correspondiente al inventario de chatarra y metal líquido se logró evidenciar a través de los datos históricos que la chatarra generada en horizontal por lo general siempre es cero (0) kg, esto está asociado a la subcausa en la cual se menciona que se evita pesar la chatarra ya que los operadores recolectan el metal generado en los distintos puntos de horizontal y

proceden a refundirlo en los hornos para utilizar el montacargas en prioridades que ameriten el uso del equipo.

#### Método de Trabajo:

- Insuficiente inspección de las operaciones realizadas: Existen operaciones que no se realizan tal y como se encuentra establecido en la práctica de trabajo, como por ejemplo, el indebido procedimiento detectado al momento de intercambiar tolvas y pesar la escoria registrando ese dato en el *S/C*. Por lo tanto, existe una falla en el proceso ya que no es inspeccionado correctamente para verificar el cumplimiento del método de trabajo establecido.
- Inexistencia de método analítico para calcular la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención: Para determinar la cantidad de aluminio líquido que queda almacenado al momento del cierre del mes, el supervisor procede verificarlo por medio de la observación directa para luego emitir el reporte correspondiente al inventario mensual. Sin lugar a dudas, este método no es apropiado ya que cada individuo posee una apreciación distinta.
- *S/C* posee interfaz poco amigable: El sistema integral de colada (*SIC*) es el portal de la empresa en el cual se encuentran registros con información necesaria para elaborar el informe de costo mensual. Esta base de datos no cuenta con una interfaz interactiva para la búsqueda de información.

#### Mano de Obra:

- Falta de operadores: Actualmente en los turnos de trabajo se evidencia que la asistencia de operadores no es regular, esto se justifica a deficiencias en el transporte que impiden la llegada del

personal, vacaciones programadas, reposos, permisos justificados, entre otros. Por lo tanto, las actividades se realizan según la prioridad que tengan debido al déficit de operadores integrales.

- Incumplimiento de los procedimientos para realizar el trabajo: Los operadores no realizan las operaciones como se encuentran establecidas en la práctica de trabajo, ya que, no se cuentan con los equipos e insumos necesarios y en algunos casos simplifican las actividades que deben realizar.
- Capacitación de operadores: No se realiza con frecuencia programas para la mejora continua y capacitación de operadores.
- Deficiente comunicación oral y escrita: En algunos turnos de trabajo los supervisores no emiten los reportes de forma detallada, evitando rellenar algunos campos como por ejemplo el peso de chatarra generada. Por otra parte, la comunicación oral con respecto a los operadores de turno es deficiente debido a que se rigen por lo reportado de forma digital.

#### Materiales:

- Formato de reportes engorrosos: Los reportes utilizados para realizar el informe de costo poseen un tamaño de letra inadecuado, además no especifican la unidad de medida utilizada.
- Inexistencia de leyenda en los reportes: En la mayoría de los reportes sus campos se encuentran abreviados y no existe una leyenda que sirva para interpretar correctamente la información.
- Control de calidad para eficiencia de reportes: Es necesario actualizar constantemente de tal forma que se logre estar a la vanguardia de lo

que se requiere en función de emitir reportes de producción detallados y concisos.

A continuación, se ponderan las subcausas de acuerdo al criterio del investigador y basándose en los resultados obtenidos del análisis FODA, encuesta estructurada, además de las entrevistas realizadas al personal con mayor experiencia en la sala de colada esto con el fin de detectar las causas que tienen mayor incidencia en la problemática evidenciada (ver tabla 4).

**Tabla 4.** Ponderación de causas.

CAUSAS	SUBCAUSAS	GRAVEDAD	URGENCIA	TENDENCIA	TOTAL
EQUIPOS	Falta de mantenimiento	45	15	18	78
	Equipos insuficientes	50	35	20	105
	Uso del horno de retención y/o basculante para refundir la chatarra de horizontal a final de mes	82	48	25	155
MÉTODO DE TRABAJO	Insuficiente inspección de las operaciones realizadas	70	40	25	135
	Inexistencia de método analítico para calcular la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención	83	50	25	158
	S/C posee interfaz poco amigable	40	25	10	75
MANO DE OBRA	Falta de operadores	65	35	20	120
	Incumplimiento de los procedimientos para realizar el trabajo	86	48	25	159
	Capacitación de operadores	50	20	15	85
	Deficiente comunicación oral y escrita	20	20	10	50
MATERIALES	Formato de reportes engorrosos	50	25	10	85
	Inexistencia de leyenda en los reportes	30	15	10	55
	Control de calidad para la eficiencia de reportes	40	35	15	90

**Fuente.** Elaboración propia.

*Leyenda:*

Gravedad: Grado en que la causa afecta la ocurrencia del problema. Rango de evaluación de 1 a 100 puntos.

Urgencia: Grado en que la causa debe solucionarse para evitar el colapso de las actividades. Rango de evaluación de 1 a 50 puntos.

Tendencia: Grado en que la causa tiende a empeorarse. Rango de evaluación de 1 a 25 puntos.

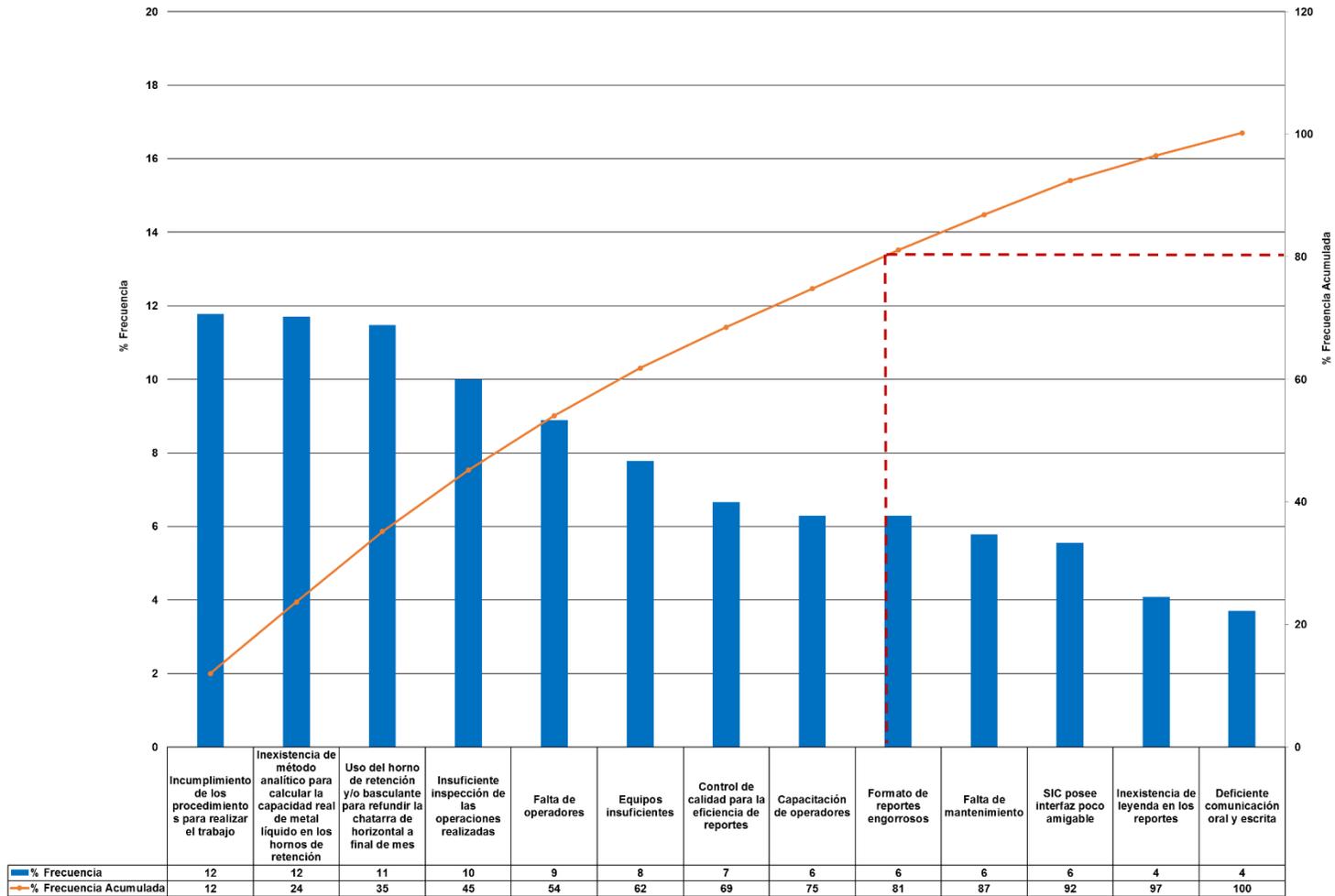
En la tabla de ponderación se logró evidenciar que las subcausas con mayor puntaje corresponde a: Incumplimiento de los procedimientos para realizar el trabajo, Inexistencia de método analítico para calcular la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención y por último uso del horno basculante para refundir la chatarra de horizontal a final de mes.

**Tabla 5.** Tabla de Pareto.

Nº	Subcausas	Frecuencia	% Frecuencia	% Frecuencia Acumulada
1	Incumplimiento de los procedimientos para realizar el trabajo	159	12	12
2	Inexistencia de método analítico para calcular la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención	158	12	24
3	Uso del horno de retención y/o basculante para refundir la chatarra de horizontal a final de mes	155	11	35
4	Insuficiente inspección de las operaciones realizadas	135	10	45
5	Falta de operadores	120	9	54
6	Equipos insuficientes	105	8	62
7	Control de calidad para la eficiencia de reportes	90	7	69
8	Capacitación de operadores	85	6	75
9	Formato de reportes engorrosos	85	6	81
10	Falta de mantenimiento	78	6	87
11	S/C posee interfaz poco amigable	75	6	92
12	Inexistencia de leyenda en los reportes	55	4	97
13	Deficiente comunicación oral y escrita	50	4	100

**Fuente.** Elaboración propia.

En consecuencia, se pueden apreciar los resultados en un gráfico de Pareto para una mejor interpretación (ver gráfico 8).



**Gráfico 8.** Diagrama de Pareto.

**Fuente.** Elaboración propia.



Por medio del gráfico de Pareto se puede observar que las causas principales generadoras del problema están asociadas al operador, debido al incumplimiento de los procedimientos para realizar el trabajo (subcausa 1), por ende, influye de forma potencial a la inconsistencia de los reportes la inexistencia de un método analítico para calcular la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención (subcausa 2), además el uso del horno basculante para refundir la chatarra de horizontal a final de mes (subcausa 3) representan las causas que deben ser analizadas con detalle para minimizar la problemática. Sin embargo, existen otras causas que deberán ser solucionadas para minimizar o en el mejor de los casos eliminar la problemática, entre estas se encuentran: insuficiente inspección de las operaciones realizadas (subcausa 4), falta de operadores (subcausa 5), equipos insuficientes (subcausa 6), control de calidad para la eficiencia de reportes (subcausa 7) y capacitación de operadores (subcausa 8).

Es importante destacar que todas estas causas en orden de prioridades forman parte del 80% de las causas que inciden directamente en el problema, se logró evidenciar que son varias las que se deberían atacar para solucionar el efecto. Esto se debe a que se relacionan entre sí, además que constantemente existen variaciones en el método de trabajo.

## CAPÍTULO VI ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos de la investigación sobre los puntos generadores de chatarra y estimación de escoria.

### **Puntos Generadores de Chatarra en la Sala de Colada**

Considerando la chatarra como metal sólido (Aluminio) que se ha obtenido en distintas formas, ya sea como residuo o merma y que es utilizado para refundirlo en los procesos de fabricación de productos, ésta se clasifica en función de su generación en distintos lugares dentro de la sala de colada:

Distribución del metal líquido: El aluminio líquido contenido en crisoles, se vierte en los hornos de retención por medio de la boca de carga (ver figura 5). Al momento de realizar este procedimiento ocurren derrames debido a la forma irregular que esta posee o pericia en la manipulación por parte del operador de la grúa que eleva el crisol (ver figura 6).



**Figura 5.** Vaciado de aluminio líquido en el horno.

**Fuente.** Elaboración propia.



**Figura 6.** Chatarra generada en la boca de carga.

**Fuente.** Elaboración propia.

Colada de Lingotes: En la producción existen lingotes defectuosos por peso, aspecto físico o químico que son considerados chatarra (ver figura 7). Por otra parte, al finalizar la colada el aluminio líquido remanente queda retenido en el sistema de drenaje, por tal motivo, un operador debe conducirlo hacia un orificio ubicado en el centro del canal, esto con la finalidad de depositar todo el aluminio remanente en una tolva para luego ser manipulado como chatarra (ver figura 8).



**Figura 7.** Lingotes defectuosos.

**Fuente.** Elaboración propia.



**Figura 8.** Aluminio remanente en el drenaje.

**Fuente.** Elaboración propia.

Colada de Cilindros: Al finalizar la colada control de calidad inspecciona por medio de la observación directa y utilizando ultrasonido las condiciones de los cilindros, ya que estos pueden tener rechazo parcial o total, si poseen desviaciones de calidad, imperfecciones superficiales, grietas internas, entre otros, (ver figura 9).



**Figura 9.** Cilindros rechazados por imperfecciones.

**Fuente.** Elaboración propia.

Desnate de hornos: Al momento de desnatar los hornos de retención y basculante, se derrama aluminio líquido en la puerta principal, el cual posteriormente queda solidificado como chatarra (ver figura 10).



**Figura 10.** Desnatado y chatarra generada en los hornos.

**Fuente.** Elaboración propia.

Prensado: Cuando es prensada la escoria extraída del desnate, esta libera el metal compactado que se almacena para luego ser manejado como chatarra (ver figura 11).



**Figura 11.** Prensa de escoria.

**Fuente.** Práctica de trabajo recepción, distribución y preparación de metal.

Despunte de Cilindros: En el área de corte los cilindros son cortados en los extremos para remover la forma creada por el molde, además de cortarlos según los requerimientos del cliente. En esta área se considera chatarra la viruta y los dos (2) tochos (ver figura 12).



**Figura 12.** Área de corte, sierra KM-44

**Fuente.** Elaboración propia.

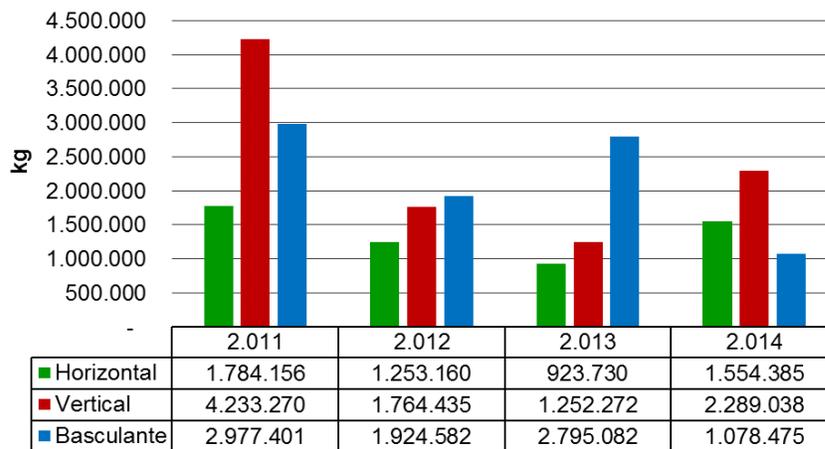
**Tabla 6.** Relación de operación y punto generador de chatarra.

Operación	Punto Generador de Chatarra	Chatarra
Distribución de metal líquido	Horno de retención	Aluminio derramado en la boca de carga
Colada de lingotes	Lingotera	Lingotes defectuosos
	Sistema de drenaje del horno de retención	Tolvas con aluminio remanente
Colada de cilindros	Mesa Wagstaff	Cilindros rechazados
Desnate de hornos	Hornos de retención y basculante	Aluminio derramado en la puerta principal
Prensado	Prensa	Metal compactado
Despunte de cilindros	Sierra KM-44	Virutas
		Tochos

**Fuente.** Elaboración propia.

## Análisis de los Datos Históricos de Chatarra

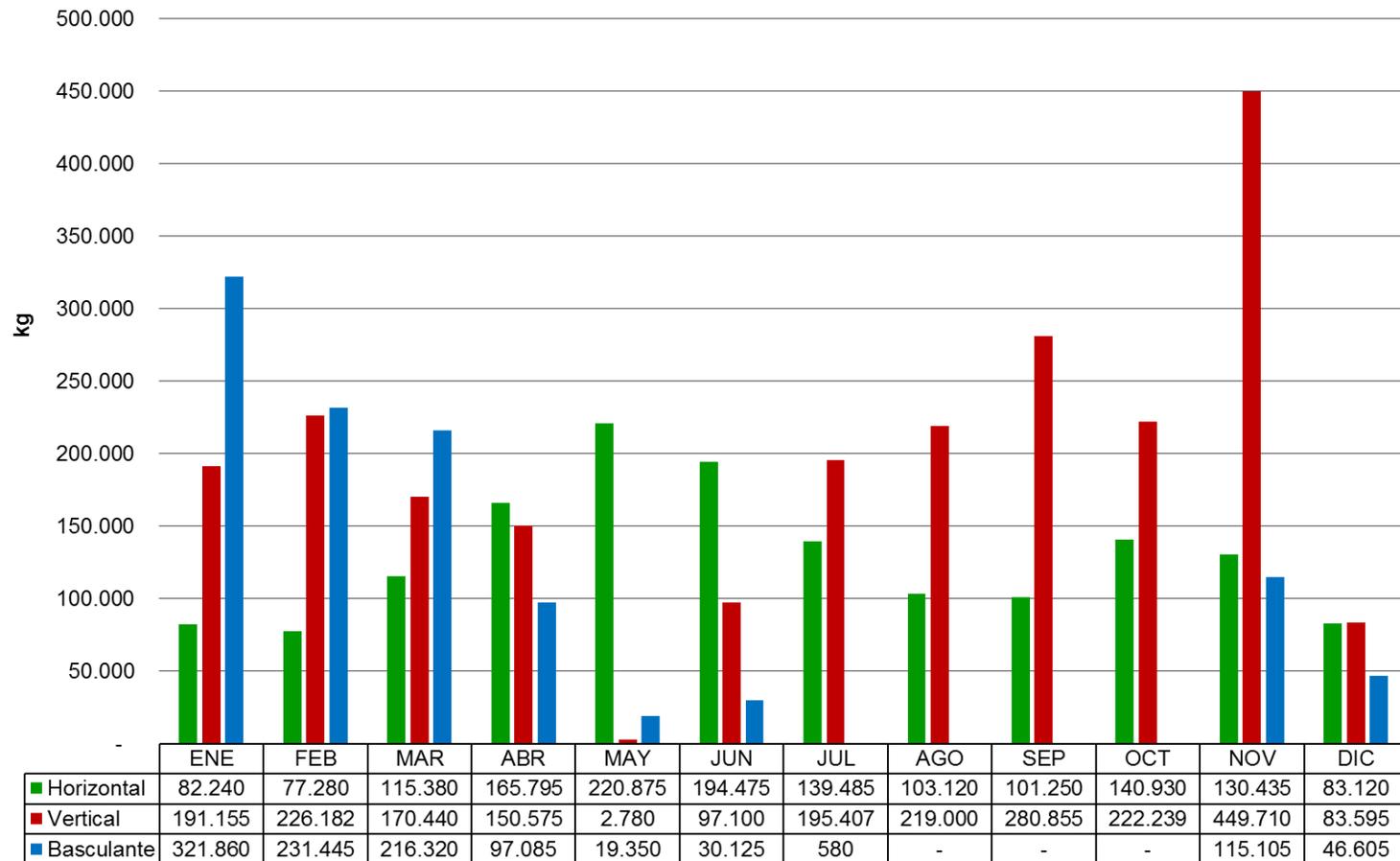
La chatarra generada en los distintos puntos de la sala de colada, tanto del área de vertical, horizontal y horno basculante es almacenada temporalmente para luego ser refundida en los hornos tomando en cuenta su composición química; ya que la chatarra aleada proveniente de los productos verticales no se puede añadir a la preparación destinada para lingotes debido a que estos son fabricados de metal puro. Por lo tanto, se utilizó el gráfico que se presenta a continuación para analizar través de los últimos cuatro (4) años el comportamiento anual de la chatarra que es cargada en los hornos.



**Gráfico 9.** Chatarra cargada desde el año 2.011 al 2.014.

**Fuente.** Reporte de chatarra cargada, informe de costo (SIC – 4021).

En efecto el gráfico no presenta una tendencia significativa, sin embargo, existe una variación en el año 2.011, debido a que todos los valores de chatarra estuvieron altos en comparación con los otros años ya que la mayoría de los hornos tanto como horizontal, vertical y basculante estuvieron operativos y produciendo. Para el 2.013 la mayoría de los hornos correspondientes a productos horizontales estuvieron operativos, sin embargo, les fue cargada menos chatarra.



**Gráfico 10.** Chatarra cargada por mes en el año 2.014.

**Fuente.** Reporte de chatarra cargada, informe de costo (SIC – 4021).

En el gráfico anterior se mostró la cantidad de chatarra que fue procesada durante el año 2.014, graficando los kilogramos de chatarra cargada al horno basculante y hornos de retención.

Se logró evidenciar que existen meses donde la carga de chatarra para ser refundida en los hornos de retención fue mayor para el área de verticales debido al mantenimiento programado del horno basculante, el nivel más alto de chatarra refundida ocurrió en noviembre con 449.710 kg debido a que se generó la mayor parte de chatarra por rechazos de cilindros defectuosos, estos llegando a un valor de 299.595 kg y el metal recuperado del desnatado fue 42.250 kg, la demás chatarra refundida en verticales para ese mes corresponde a viruta y metal compactado.

Es importante resaltar que las cifras más altas de chatarra cargada en los hornos de horizontal ocurrieron en los meses de febrero (226.182 kg), agosto (219.000 kg), septiembre (280.855 kg) y octubre (222.239 kg). La tendencia indica que se produce más chatarra en el área de verticales comparando las cifras con respecto al área de horizontales, esto se puede atribuir a que el proceso para la fabricación de cilindros es algo más detallado e inspeccionado con mayor rigurosidad, por lo tanto, los que no cumplen con las especificaciones de calidad son almacenados como chatarra para luego ser refundidos de acuerdo a la composición química que estos posean.

La cifra más alta de chatarra refundida en el horno basculante ocurrió en el mes de enero con 321.860 kg luego los valores van decreciendo notablemente hasta llegar a los meses de agosto, septiembre y octubre en los cuales no se carga chatarra en este horno debido a mantenimiento programado para la reparación de piquera, canales y refractario, para los últimos meses del año específicamente en noviembre existió un incremento

en la chatarra cargada a este horno la cual fue de 115.105 kg y en diciembre disminuyó a 46.605 kg.

En efecto, se procedió a tabular las cifras mensuales correspondientes a la chatarra de horizontal y vertical que es pesada en el cierre de mes y luego registrada por el supervisor de turno para reportar el inventario de chatarra y metal líquido que posteriormente es enviado al especialista de producción para realizar el informe de costo.

INVENTARIO DE CHATARRA Y METAL LIQUIDO															
31/08/2014															
HORNOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
INVEATARIO	35.000	45.000	50.000	F/S	VACIO.	VACIO	F/S	75.000	55.000	30.000	F/S	VACIO	F/S	0	F/S

CHATARRA ALEADA	Kg
VIRUTA Y DESPUNTE	6.700
CILINDROS	241.768
DRENAJES	11.310
TOTAL	259.778

CHATARRA NO ALEADA	Kg
MOLDES	0
ESTACIONARIOS	0
BULTOS DE EMERGENCIA	0
METAL RECUPERADO	0
GENERADA 3A	0
TAPAS DE CELDA	0
DERRAME DE CELDAS	0
VARILLAS	0
SERVICIO DE CRISOLES	0
VIGILANCIA	0
PUNTAS DE DIAMANTE	0
TOTAL	0

FECHA: 31/08/2014  
 SUPERVISOR: HENRY RIVAS  
 GRUPO: A  
 TURNO: 3

POR AUDITORIA:

POR ADMINISTRACION:

**Figura 13.** Formato del reporte correspondiente al inventario de chatarra y metal líquido, agosto de 2.014.

**Fuente.** Auditorias mensuales de distribución y preparación de metal (DPM).

**Tabla 7.** Chatarra pesada para el cierre mensual, año 2.014.

Mes	Chatarra Aleada (kg)	Chatarra No Aleada (kg)	Observación
Enero	117.880	0	
Febrero	-	-	Reporte no encontrado
Marzo	-	-	Reporte no encontrado
Abril	77.760	0	
Mayo	-	-	Reporte no encontrado
Junio	129.690	0	
Julio	-	-	Reporte no encontrado
Agosto	259.778	0	
Septiembre	-	-	Reporte no encontrado
Octubre	-	-	Reporte no encontrado
Noviembre	-	-	Reporte no encontrado
Diciembre	-	-	Reporte no encontrado

**Fuente.** Auditorias mensuales de distribución y preparación de metal (DPM).

**Tabla 8.** Chatarra pesada para el cierre mensual desde enero a octubre de 2.015.

Mes	Chatarra Aleada (kg)	Chatarra No Aleada (kg)
Enero	2.005	0
Febrero	6.045	0
Marzo	5.856	0
Abril	33.000	0
Mayo	0	0
Junio	0	0
Julio	0	0
Agosto	34.800	0
Septiembre	43.232	2.670
Octubre	47.500	0
Noviembre	-	-
Diciembre	-	-

**Fuente.** Auditorias mensuales de distribución y preparación de metal (DPM).

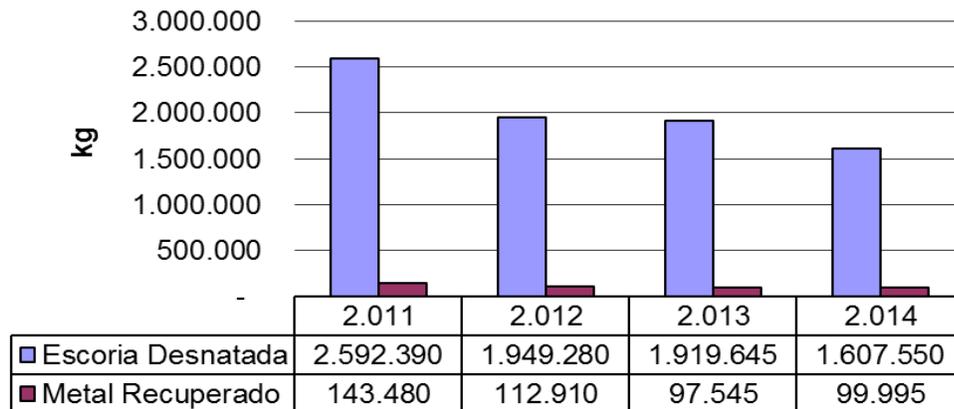
Se evidenció que en la tabla 7, existen ocho (8) campos vacíos debido a que los reportes correspondientes a esos meses no fueron encontrados. Este registro de inventario es manejado por medio de correo electrónico entre supervisor de turno y especialistas de producción, generalmente son borrados como consecuencia a la poca capacidad de almacenamiento que posee la bandeja de entrada; en el SIC no existe una base de datos para cargar este tipo de reportes que se maneja de forma confidencial, de tal forma que posteriormente pueda ser consultado.

Por otra parte, se logró observar en las tablas 7 y 8, que la chatarra no aleada (generada en productos horizontales) es cero (0) kg en la mayoría de los meses, solo en el año 2.015 se reportó específicamente en el mes de septiembre 2.670 kg. Por ende, esto reafirma el resultado de la encuesta en la cual 87,5% de las personas encuestadas afirmaban que la chatarra era refundida para el inventario mensual. Sin embargo, ese procedimiento es inadecuado ya que según lo establecido en las prácticas de trabajo toda chatarra generada en el proceso o cargada a los hornos, debe ser pesada y posteriormente registrada.

### **Análisis de los Datos Históricos de Escoria**

Durante la preparación del horno de retención, específicamente con el vaciado del metal líquido se genera una turbulencia la cual produce escoria por el óxido que se forma producto de la combinación del aluminio con el oxígeno del aire al transferirse el metal líquido del crisol al horno a través de la boca de carga además de la escoria que se genera por introducir chatarra.

Por lo tanto, se utilizó el gráfico que se presenta a continuación para analizar a través de cuatro (4) años el comportamiento anual de escoria que es desnatada, además del metal compactado que es recuperado en los hornos de retención y basculante (ver gráfico 11).



**Gráfico 11.** Escoria desnatada y metal compactado desde el año 2.011 hasta 2.014.

**Fuente.** Reporte de escoria desnatada (SIC – 4515).

A través del gráfico se logró evidenciar una tendencia decreciente a través del tiempo, ha disminuido la frecuencia en cuanto a la preparación de los hornos, además ha influido la carencia de equipos para realizar la operación, por lo tanto, en muchos casos si el desnatado no es estrictamente necesario se obvia para evitar invertir tiempo y energía, de tal forma, de darle prioridad a otras actividades dentro de la sala de colada.

Para el año 2.011, la escoria desnatada fue de 2.592.390 kg, a través del tiempo se logró observar una disminución dentro del rango de 300.000 kg y 600.000 kg. En cuanto al metal recuperado, se consideran aceptables los valores ya que es proporcional a los kg de escoria desnatada.

### **Inconsistencia en el Reporte de Escoria Desnatada entre Fechas**

Analizando los reportes de escoria desnatada entre fechas (SIC - 4038), este posee distintos campos en los cuales detalla el peso bruto de la tolva superior e inferior (escoria y metal sólido respectivamente), peso específico

de las tolvas, por último peso neto de escoria y metal. Ahora bien, realizando un análisis de los reportes desde el 01-11-2.014 hasta el 30-11-2.015 se logró detectar fallas a nivel de sistema, debido a que la escoria neta se refleja con un resultado muy por debajo con respecto a lo que debería ser por diferencia de peso bruto y tara.

Tomando como referencia estos reportes y realizando el cálculo manualmente se logró dejar en evidencia que el sistema realiza la sustracción de una forma inadecuada tomando el peso bruto sólido y restándolo con el peso bruto del líquido, menos el peso tara sólido ( $P_{BrutS} - P_{BrutL} - P_{taraS}$ ) finalmente mediante esta fórmula arroja el peso neto de escoria.

A continuación, se muestran los reportes correspondientes a noviembre de 2.014 y 2.015, con el objetivo de demostrar que en el transcurso de un (1) año permanece constante esta falla en el SIC.

Corporación para el Socialismo

**CVG**  
CORPORACION VENEZOLANA DE GUIAYANA  
Sistema Integral de Colada

**Escoria Desnatada Entre Fechas**

Fecha Desde: 01/11/2014    Fecha Hasta: 30/11/2014  
GRUPO : A,B,C,D

CVG venalum  
Fecha :16/11/15 09:11    Pag. 1

Coladas    01-006953

La diferencia entre P BrutoS – P TaraS = 875 kg

Valor arrojado por el sistema

Nro Tique	Fecha	Grup	Turn	Empleado	TolvS	TolvI	P BrutoS	P BrutoI	P TaraS	P TaraI	NetoS	NetoI
85244	01/11/2014	A	2	HENRY RIVAS	10	10	2415	505	1540	490	370	15
85245	01/11/2014	A	2	HENRY RIVAS	10	10	2340	505	1540	490	295	15
											665	30

Coladas    01-006955

Nro Tique	Fecha	Grup	Turn	Empleado	TolvS	TolvI	P BrutoS	P BrutoI	P TaraS	P TaraI	NetoS	NetoI
85257	03/11/2014	C	1	JORGE VILLAFANIA	10	10	2600	505	1540	490	555	15
85256	03/11/2014	C	1	JORGE VILLAFANIA	10	10	2840	505	1540	490	795	15
											1350	30

Coladas    01-006956

Nro Tique	Fecha	Grup	Turn	Empleado	TolvS	TolvI	P BrutoS	P BrutoI	P TaraS	P TaraI	NetoS	NetoI
85262	03/11/2014	A	2	HENRY RIVAS	10	10	2425	505	1540	490	380	15
85261	03/11/2014	A	2	HENRY RIVAS	10	10	2765	505	1540	490	720	15
											1100	30

**Figura 14.** Muestra de la inconsistencia en el reporte de escoria desnatada correspondiente a noviembre de 2.014.  
**Fuente.** Reporte de escoria desnatada entre fechas (SIC – 4038).



Corporación para el Socialismo

**Escoria Desnatada Entre Fechas**

Fecha Desde: 01/11/2015 Fecha Hasta: 30/11/2015

GRUPO : A,B,C,D

cvg venalum  
Fecha 07/12/15 02:58 Page 4

Coladas 01-007150

La diferencia entre P BrutoS – P TaraS = 935 kg

Valor arrojado por el sistema

Nro Tique	Fecha	Grup	Turn	Empleado	TolvS	Tolvi	P BrutoS	P Bruti	P TaraS	P Taral	NetoS	Netol
87211	07/11/2015	B	2	TOMAS ROJAS	10	10	2475	510	1540	490	425	20
87212	07/11/2015	B	2	TOMAS ROJAS	12	12	2685	510	1455	500	720	10
87257	16/11/2015	B	3	JESUS CARDOZO	10	10	2875	510	1540	490	825	20
87258	16/11/2015	B	3	JESUS CARDOZO	10	10	2885	510	1540	490	835	20
											2805	70
Coladas 02-004878												
Nro Tique	Fecha	Grup	Turn	Empleado	TolvS	Tolvi	P BrutoS	P Bruti	P TaraS	P Taral	NetoS	Netol
87178	01/11/2015	A	2	HENRY RIVAS	10	10	2475	510	1540	490	425	20
87177	01/11/2015	A	2	HENRY RIVAS	10	10	2390	515	1540	490	335	25
											760	45
Coladas 02-004885												
Nro Tique	Fecha	Grup	Turn	Empleado	TolvS	Tolvi	P BrutoS	P Bruti	P TaraS	P Taral	NetoS	Netol
87206	06/11/2015	A	1	HENRY RIVAS	10	10	2885	515	1540	490	830	25
87205	06/11/2015	A	1	HENRY RIVAS	10	10	2895	510	1540	490	845	20
											1675	45

Figura 15. Muestra de la inconsistencia en el reporte de escoria desnatada correspondiente a noviembre de 2.015.

Fuente. Reporte de escoria desnatada entre fechas (SIC – 4038).

Utilizando los datos del *SIC - 4038*, específicamente la escoria desnatada entre fechas de noviembre de 2.015. Se procedió a corregir los cálculos manualmente para demostrar la inconsistencia reflejada en los reportes y a su vez realizar un promedio de la escoria que es desnatada por horno. Para esto se tomó una muestra de los primeros 25 datos reflejados en el reporte.

**Tabla 9.** Corrección del reporte de escoria desnatada entre fechas, correspondiente a los primeros 25 datos de noviembre de 2.015

Fecha	Peso Bruto (kg)	Peso Tara (kg)	Escoria Neta (kg)
07-11-2.015	2.475	1.540	935
07-11-2.015	2.685	1.540	1.145
16-11-2.015	2.875	1.540	1.335
16-11-2.015	2.885	1.540	1.345
01-11-2.015	2.475	1.540	935
01-11-2.015	2.390	1.540	850
06-11-2.015	2.885	1.540	1.345
06-11-2.015	2.895	1.540	1.355
07-11-2.015	2.480	1.540	940
08-11-2.015	2.745	1.540	1.205
08-11-2.015	2.740	1.540	1.200
08-11-2.015	2.745	1.540	1.205
09-11-2.015	2.425	1.540	885
12-11-2.015	2.790	1.540	1.250
12-11-2.015	2.865	1.540	1.325
12-11-2.015	2.865	1.540	1.325
14-11-2.015	2.460	1.540	920
15-11-2.015	2.470	1.540	930
15-11-2.015	2.475	1.540	935
20-11-2.015	2.330	1.540	790
20-11-2.015	2.360	1.540	820
20-11-2.015	2.460	1.540	920
20-11-2.015	2.590	1.540	1.050
22-11-2.015	2.450	1.540	910
23-11-2.015	2.735	1.540	1.195
<b>Promedio de Escoria Desnatada por Horno:</b>			1.082

**Fuente.** Reporte de escoria desnatada entre fechas (*SIC – 4038*).

Es importante resaltar que en este reporte las fechas correspondientes al desnatado, se encuentran de forma aleatoria, por lo que se dificulta observar consecutivamente el comportamiento de los valores de escoria a través del tiempo. Sin embargo, se logró realizar el cálculo previsto para sincerar los datos de la escoria desnatada, lo cual arrojó un promedio de 1.082 kg por horno desnatado.

### **Procedimiento Estadístico para Determinar Confiabilidad del Tamaño de la Muestra**

Calculando el Estadístico t-Student se tiene lo siguiente:

- Definiendo el coeficiente de confianza, para un nivel de significancia:  $(1-\alpha) = 90\%$ ,  $\alpha = 1-0,9 \rightarrow \alpha = 0,1$
- Debido a que el tamaño de la muestra es 25, se define los grados de libertad:

$$V = n - 1 \quad V: \text{Grados de Libertad}$$

$$V = 25 - 1 = 24$$

- Para un análisis de dos (2) colas: Donde  $T_c (\alpha:V)$   
 $T_c (0,1:24) = 1,711$  (Valor encontrado en la tabla t-Student)
- Con los valores de las muestras se procedió a calcular la desviación estándar muestral y el promedio de escoria desnatada por horno, a través de la herramienta Excel se obtuvo como resultado:

$$S = 195,98 \text{ kg}$$

$$\bar{x} = 1.082 \text{ kg}$$

**Cálculo de límites inferior y superior para el intervalo de confianza (I):**

$$L_{Cs} = \bar{x} + \frac{Tc * S}{\sqrt{n}} = 1.082 + \frac{1,711 * 195,98}{\sqrt{25}} = 1.149,064 \text{ kg}$$

Sustituyendo:

$$L_{Ci} = \bar{x} + \frac{Tc * S}{\sqrt{n}} = 1.082 - \frac{1,711 * 195,98}{\sqrt{25}} = 1.014,935 \text{ kg}$$

**Cálculo del intervalo de la muestra (Im):**

$$Im = \frac{2 * Tc * S}{\sqrt{n}} = \frac{2 * (1,711) * (195,98)}{\sqrt{25}} = 134.129 \text{ kg}$$

El Im se compara con el Lcs, el cual fue seleccionado por ser el mayor valor entre los límites del intervalo de confianza (I).

Como  $134.129 \text{ kg} < 1.149,064 \text{ kg}$ . Se concluye con un porcentaje de 90% de confiabilidad que el tamaño de la muestra  $n=25$  es aceptable y no es necesario un tamaño de muestra superior para obtener un promedio representativo de escoria que sea consistente.

**Matriz FODA: Factores Externos e Internos y Estrategias**

La matriz FODA planteada anteriormente con los ámbitos externos e internos se utilizó como base para el desarrollo de las estrategias (ver tabla 10):

**FO:**

- 1- Implementar programa de productividad, aportando un incentivo al operador más eficiente del mes: A través de una evaluación mensual por medio de indicadores (operario promedio, ritmo/velocidad de trabajo, demoras evitables) cualitativos y cuantitativos, se podría medir el desempeño de los operadores integrales, otorgando como

incentivo un bono de productividad o cualquier otro estímulo que sea establecido por la empresa.

- 2- Incrementar programas de capacitación para los operadores integrales y supervisores: El personal de la sala de colada posee amplios conocimientos en todas las actividades que se desarrollan en el área operativa, por lo tanto, a medida que los empleados se involucran más en el trabajo de equipo, aumenta su necesidad de poseer habilidades sociales, administrativas y técnicas. Por otra parte, se evidenció que existen supervisores que no poseen destrezas o conocimientos para realizar un reporte eficaz y eficiente que refleje con detalles los aspectos del proceso/procedimiento, además de las generalidades ocurridas durante el turno de trabajo.
- 3- Diseñar una base de datos en el SIC, de tal forma que esta registren todos los reportes e informes utilizados para realizar el informe de costo mensual: Es importante para efectos de registrar reportes como el inventario mensual de chatarra y metal líquido, el cual es enviado por vía correo electrónico sin quedar registrado en una base de datos para una posterior consulta. Además, sería ventajoso para la empresa, ya que, se almacenaría en un (1) solo lugar todos los reportes e informes para ser auditados en caso de surgir dudas con datos inconsistentes en el informe de costo.

**DO:**

- 1- Invertir en la compra de equipos auxiliares para realizar las actividades: Actualmente existe carencia de equipos para realizar las actividades, dentro de los más utilizados se encuentran los montacargas, estos se utilizan para la mayoría de las operaciones en la sala de colada, además, solo se cuenta con una (1) glama, la cual, es el equipo especial para realizar el desnatado. Eventualmente,

existen operaciones que no se realizan por falta de estos equipos, ya que, los existentes se utilizan en orden de prioridades dentro del área y esto genera deficiencias en el cumplimiento de los procedimientos.

- 2- Supervisar el cumplimiento de los procedimientos establecidos en la práctica de trabajo para realizar el desnatado de los hornos: No se realiza frecuentemente el desnatado de los hornos, debido a falta de equipos para desnatar, por otra parte, cuando existe la disponibilidad de montacargas o glama no se realiza, ya que, por medio de la observación directa el supervisor decide no hacerla por considerar que no es necesario.
- 3- Diseñar un nuevo formato para los registros de inspección y operación dentro del SIC: Los reportes del turno que son emitidos por el supervisor son realizados en la mayoría de los casos deficientemente debido a que no proporcionan información detallada.

**FA:**

- 1- Hacerle seguimiento a los supervisores y operadores para que estos cumplan sus funciones eficientemente: Es necesario monitorear el desarrollo y cumplimiento del método de trabajo para enfocar las operaciones en función de la mejora continua.
- 2- Ir en búsqueda de la mejora continua en el proceso, sincerando datos, de tal forma que el especialista de producción realice el informe de costo eficaz y eficientemente: Es necesario debido a que se han evidenciado fallas en el SIC, además del deficiente método de trabajo, lo cual ha generado datos dudosos para la realización del informe de costo mensual.

## DA

- 1- Evaluar las operaciones que ameritan el uso de equipos auxiliares de tal forma que los mismos se clasifiquen para limitar el uso de acuerdo a la actividad a realizar: Se debería realizar un diagnóstico de todas las operaciones que requieren el uso de montacargas, de tal forma que estos puedan ser clasificados de acuerdo a la complejidad de la actividad y asignar el equipo con capacidad adecuada para evitar deterioro e inadecuado uso del mismo.
- 2- Sistema de la calidad debería crear un plan de mejora continua, supervisando periódicamente el cumplimiento de las mejoras establecidas: La empresa debería verificar en intervalos regulares el avance y comportamiento de las mejoras, detectando así las posibles variaciones que hubieran al respecto.
- 3- Innovar en el formato utilizado para el reporte de inventario de chatarra y metal líquido: Este reporte es poco específico, por tal motivo, se debería crea un nuevo formato.

**Tabla 10.** Matriz FODA: Factores externos e internos y estrategias.

	<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
	<p>1- Se cuenta con prácticas de trabajo establecidas por la empresa.</p> <p>2- El informe de costo es realizado por un especialista de producción, el cual posee experiencia en los procesos relacionados a la sala de colada.</p> <p>3- Se cuenta con el apoyo de sistema de la calidad.</p>	<p>1- No se cuenta con suficientes equipos auxiliares para realizar las operaciones.</p> <p>2- Eventualmente se evita hacer el desnatado de los hornos.</p> <p>3- Los operadores no realizan los procedimientos para el pesaje de escoria y chatarra correctamente.</p>
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>FO</b>	<b>DO</b>
<p>1- CVG VENALUM apoya proyectos que sean en función de mejorar y optimizar los procesos y métodos de trabajo en la empresa.</p> <p>2- La escoria extraída es vendida a empresas de la zona.</p> <p>3- La capacidad instalada de la sala de colada posee espacio necesario para el movimiento del material.</p>	<p>1- Implementar programa de productividad , aportando un incentivo al operador más eficiente del mes. (F1, F3, O1, O2)</p> <p>2- Incrementar programas de capacitación para los operadores integrales y supervisores. (F1, F3, O1, O2)</p> <p>3- Diseñar una base de datos en el SIC, de tal forma que esta registre todos los reportes e informes utilizados para realizar el informe de costo mensual. (F2, F3, O1)</p>	<p>1- Invertir en la compra de equipos auxiliares para realizar las actividades. (D1, D2, D3, O1, O2, O3)</p> <p>2- Supervisar el cumplimiento de los procedimientos establecidos en la práctica de trabajo para realizar el desnatado de los hornos. (D2, D3, O1, O2, O3)</p> <p>3- Diseñar un nuevo formato para los registros de inspección y operación dentro del SIC. (D2, D3, O1, O2, O3)</p>
<b>AMENAZAS</b>	<b>FA</b>	<b>DA</b>
<p>1- Para el reporte de inventario de chatarra y metal líquido, existen incongruencias ya que el total de chatarra generada en productos horizontales es cero (0) kg, y el metal líquido contenido en los hornos se determina por medio de la observación directa.</p> <p>2- No se cumplen con las prácticas de trabajo establecidas por la empresa.</p>	<p>1- Hacerle seguimiento a los supervisores y operadores para que estos cumplan sus funciones eficientemente (F1, F3, A1, A2)</p> <p>2- Ir en búsqueda de la mejora continua en el proceso, sincerando datos, de tal forma que el especialista de producción realice el informe de costo eficaz y eficientemente. (F1, F2, F3, A1, A2)</p>	<p>1- Evaluar las operaciones que ameritan el uso de equipos auxiliares de tal forma que los mismos se clasifiquen para limitar el uso de acuerdo a la actividad a realizar. (D1, D2, D3, A2)</p> <p>2- Sistema de la calidad debería crear un plan de mejora continua, supervisando periodicamente el cumplimiento de las mejoras establecidas. (D1, D2, D3, A1, A2)</p> <p>3- Innovar en el formato utilizado para el reporte de inventario de chatarra y metal líquido. (D3, A1, A2)</p>

Fuente. Elaboración Propia.

## CONCLUSIONES

Una vez alcanzados los objetivos establecidos para este trabajo de investigación, se concluyen los siguientes puntos:

- 1- Se logró describir el método de trabajo actual empleado en la sala de colada. A través de la técnica de diagramación se reflejaron las actividades que se realizan en el área bajo su contexto natural, utilizando el diagrama de procesos como apoyo para comparar con respecto a los resultados de la investigación. Se evidenció que existen distintas variaciones en el método de trabajo debido a deficiencias de equipos auxiliares y asistencia irregular de los operadores integrales. Por lo tanto, en algunos casos las operaciones dentro de la sala de colada se cumplen de acuerdo a un orden de prioridades.
- 2- Fueron identificados siete (7) puntos generadores de chatarra, entre estos se encuentra el horno de retención (boca de carga y sistema de drenaje), lingotera, mesa Wagstaff, horno basculante, prensa y sierra KM-44. En la clasificación de la chatarra dentro de la sala de colada existen algunas operaciones que la generación es constante e inherente al proceso, ejemplo de esto es el metal compactado y despunte de cilindros, el cual genera viruta y tochos al momento de realizar el acabado final. Sin embargo, los cilindros, lingotes y aluminio remanente se consideran como rechazos o desperdicios debido a que estos se generan por factores externos al proceso productivo.
- 3- Utilizando los reportes de escoria desnatada entre fechas (SIC - 4038), con el objetivo de realizar la estimación de escoria desnatada por horno, se logró determinar que el promedio correspondiente a escoria desnatada es de 1.082 kg.

- 4- A través del análisis FODA se logró conformar una matriz de la situación actual con respecto a la problemática de inconsistencias en los reportes, lo cual permitió obtener un diagnóstico en función de los ámbitos externos e internos dentro de la sala de colada. A través del FODA en líneas generales se detectaron fallas operativas y deficiencias de equipos para ejecutar las actividades, por lo tanto, en función de esto, se formularon 11 estrategias para tomar decisiones acertadas que minimicen el problema.
  
- 5- Se realizó el gráfico de Pareto mediante una comparación cuantitativa y ordenada de las causas que contribuyen a la problemática de inconsistencias en los reportes utilizados para la elaboración del informe de costo mensual, obteniendo como resultado ocho (8) causas prioritarias que generan el efecto. Entre las principales se encuentran, el incumplimiento de los procedimientos para realizar el trabajo, inexistencia de un método analítico para calcular la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención, además el uso del horno basculante para refundir la chatarra de horizontal a final de mes evitando pesarla para ser registrada en el reporte de inventario.

## RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados y conclusiones obtenidas, en función de minimizar las fallas en el proceso que generan datos inconsistentes para el informe de costo, se recomiendan las siguientes acciones:

- 1- Guiar las operaciones que se realizan dentro de la sala de colada en función de la mejora continua, implementando programas de calidad y cumpliendo con los procedimientos establecidos en las prácticas de trabajo, esto con el objetivo de sincerar los reportes de inventario mensual, escoria desnatada, entre otros.
- 2- Diseñar un método analítico para calcular la capacidad de metal líquido contenido dentro del horno de retención, para obtener un valor más preciso con respecto a la capacidad nominal del mismo.
- 3- Actualizar la interfaz del *S/C*, de tal forma que el usuario logre acceder con facilidad a los registros que desea consultar por medio de un menú de opciones fácil de comprender. Además, diseñar una base de datos para registrar en una sola ubicación todos los reportes que son utilizados para realizar el informe de costo.
- 4- Actualizar el formato de todos los reportes que se encuentran registrados en el *S/C*, agregando una leyenda que sirva de ayuda al usuario para obtener una mejor interpretación de la información.
- 5- Verificar en intervalos regulares el avance y comportamiento de las mejoras detectando así las posibles variaciones o modificaciones. Por lo tanto, se recomienda utilizar las siete (7) herramientas de la calidad, además realizar sucesivos análisis FODA de forma periódica teniendo como referencia el presentado en esta investigación con el propósito de conocer a través del tiempo si existen mejoras con respecto a las estrategias planteadas.

## BIBLIOGRAFÍA

Aragundi, F., Barreto, J. (2.010). *Optimización del proceso de generación y manejo de la escoria de aluminio y evaluación técnico-económica del procesamiento de dicho material en la sala de colada de CVG VENALUM*. Informe de pasantía presentado ante la UNEG, Puerto Ordaz, Venezuela.

Rojas de Narváez, R. (1.997). Orientaciones prácticas para la elaboración de informes de investigación (2da edición ampliada y corregida), Puerto Ordaz, Venezuela.

Saloma, A. (2.011). *Evaluación operativa del centro de manejo de materiales para el horno de fusión en la sala de colada de CVG VENALUM*. Informe de pasantía presentado ante la UNEXPO, Vice Rectorado Puerto Ordaz, Venezuela.

Saloma, A. (2.011). *Evaluación operativa y económica del horno de fusión para la sala de colada de CVG VENALUM*. Tesis presentada ante la UNEXPO, Vice Rectorado Puerto Ordaz, Venezuela.

Turmero, I. (2.015). *Estudio de ingeniería de métodos*. Material de apoyo y clases recibidas en la UNEXPO, Puerto Ordaz entre Octubre de 2.014 y Febrero de 2.015. Venezuela.

Zapata, E. (2.003). *Mantenimiento y calibración de hornos de retención y balanzas en la sala de colada de la empresa CVG VENALUM*. Informe de pasantía presentado ante ETI Simón Rodríguez, Puerto Ordaz, Venezuela.

Referencias Electrónicas:

CVG VENALUM. *Descripción de los Procesos Productivos en CVG VENALUM*. Recuperado en Octubre de 2.015, de

<http://venalumi>

CVG VENALUM. *Manual de Inducción*. Recuperado en Octubre de 2.015, de

<http://venalumi>

Intranet CVG VENALUM.

Lilian, C. (2.012). *El Diseño Metodológico*. Recuperado en Octubre de 2.015, de

[http://es.slideshare.net/mares\\_lili/diseo-metodologico-31197079](http://es.slideshare.net/mares_lili/diseo-metodologico-31197079)

Monografías (2.012). *El centro de tesis, documentos, publicaciones y recursos educativos más amplio de la red*. Recuperado el 20 de Octubre de 2.015, de

<http://www.monografias.com/trabajos104/estudio-manejo-escoria-aluminio-area-colada/estudio-manejo-escoria-aluminio-area-colada.shtml>

Sonia, S., Luis, R. (s.f.). *Aplicación Industrial en el Área de Colada de CVG VENALUM*. Recuperado en Octubre de 2.015, de

<http://eventos.saber.ula.ve/eventos/getFile.py/access?contribId=221&amp;sessionId=61&amp;resId=2&amp;materialId=paper&amp;confId=47>

Wikipedia (2.001). *Enciclopedia libre*. Recuperado el 24 de Octubre de 2.015, de

[https://es.wikipedia.org/wiki/Escoria\\_%28metalurgia%29](https://es.wikipedia.org/wiki/Escoria_%28metalurgia%29)

<https://es.wikipedia.org/wiki/Aluminio>

# ***ANEXOS***



**Anexo 1.** Horno de retención.



**Anexo 2.** Escoria almacenada.



**Anexo 3.** Chatarra cargada.



**Anexo 4.** Virutas y tochos generados en el área de corte.

v	0.5	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002
1	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	127.32	318.31
2	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.089	22.327
3	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453	10.214
4	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	5.598	7.173
5	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	4.773	5.893
6	0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	4.317	5.208
7	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.029	4.705
8	0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	3.833	4.501
9	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	3.690	4.297
10	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	3.581	4.144
11	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	3.497	4.025
12	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.428	3.930
13	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.372	3.852
14	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.320	3.787
15	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.286	3.733
16	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.252	3.686
17	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.222	3.646
18	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.197	3.610
19	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.174	3.579
20	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.153	3.552
21	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.135	3.527
22	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.119	3.505
23	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.104	3.485
24	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.091	3.467
25	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.078	3.450
26	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.067	3.435
27	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.057	3.421
28	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.047	3.408
29	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.038	3.396
30	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.030	3.385
40	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	2.971	3.307
60	0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	2.915	3.232
120	0.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	2.860	3.160
∞	0.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	2.807	3.090

Anexo 5. Tabla t- Student

# ***APÉNDICES***

## *(Encuestas)*



## ENCUESTA

A continuación se presenta una encuesta que tiene como objetivo principal la recolección de información para conocer su apreciación en relación al método de trabajo empleado en la sala de colada de CVG VENALUM. Por tal motivo, la información suministrada será confidencial y con fines estrictamente académicos.

1-. ¿Conoce usted la existencia de las Prácticas de Trabajo establecidas por CVG VENALUM para el cumplimiento de las funciones?

Si  No

2-. ¿Considera usted que actualmente las operaciones para el desnatado de los hornos de retención se realizan correctamente?

Si  No

3-. ¿Considera usted que determinar la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención por medio de la observación directa es un método apropiado?

Si  No

4-. ¿Considera usted necesario implementar un método analítico para calcular la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención?

Si  No

5-. ¿Para el inventario mensual se refunde la chatarra de horizontal en el horno de retención o basculante?

Si  No

¡Muchas gracias por su gentil colaboración!



## ENCUESTA

A continuación se presenta una encuesta que tiene como objetivo principal la recolección de información para conocer su apreciación en relación al método de trabajo empleado en la sala de colada de CVG VENALUM. Por tal motivo, la información suministrada será confidencial y con fines estrictamente académicos.

1-. ¿Conoce usted la existencia de las Prácticas de Trabajo establecidas por CVG VENALUM para el cumplimiento de las funciones?

Si  No

2-. ¿Considera usted que actualmente las operaciones para el desnatado de los hornos de retención se realizan correctamente?

Si  No

3-. ¿Considera usted que determinar la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención por medio de la observación directa es un método apropiado?

Si  No

4-. ¿Considera usted necesario implementar un método analítico para calcular la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención?

Si  No

5-. ¿Para el inventario mensual se refunde la chatarra de horizontal en el horno de retención o basculante?

Si  No

¡Muchas gracias por su gentil colaboración!



## ENCUESTA

A continuación se presenta una encuesta que tiene como objetivo principal la recolección de información para conocer su apreciación en relación al método de trabajo empleado en la sala de colada de CVG VENALUM. Por tal motivo, la información suministrada será confidencial y con fines estrictamente académicos.

1-. ¿Conoce usted la existencia de las Prácticas de Trabajo establecidas por CVG VENALUM para el cumplimiento de las funciones?

Si  No

2-. ¿Considera usted que actualmente las operaciones para el desnatado de los hornos de retención se realizan correctamente?

Si  No

3-. ¿Considera usted que determinar la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención por medio de la observación directa es un método apropiado?

Si  No

4-. ¿Considera usted necesario implementar un método analítico para calcular la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención?

Si  No

5-. ¿Para el inventario mensual se refunde la chatarra de horizontal en el horno de retención o basculante?

Si  No

¡Muchas gracias por su gentil colaboración!



## ENCUESTA

A continuación se presenta una encuesta que tiene como objetivo principal la recolección de información para conocer su apreciación en relación al método de trabajo empleado en la sala de colada de CVG VENALUM. Por tal motivo, la información suministrada será confidencial y con fines estrictamente académicos.

1-. ¿Conoce usted la existencia de las Prácticas de Trabajo establecidas por CVG VENALUM para el cumplimiento de las funciones?

Si  No

2-. ¿Considera usted que actualmente las operaciones para el desnatado de los hornos de retención se realizan correctamente?

Si  No

3-. ¿Considera usted que determinar la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención por medio de la observación directa es un método apropiado?

Si  No

4-. ¿Considera usted necesario implementar un método analítico para calcular la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención?

Si  No

5-. ¿Para el inventario mensual se refunde la chatarra de horizontal en el horno de retención o basculante?

Si  No

¡Muchas gracias por su gentil colaboración!



## ENCUESTA

A continuación se presenta una encuesta que tiene como objetivo principal la recolección de información para conocer su apreciación en relación al método de trabajo empleado en la sala de colada de CVG VENALUM. Por tal motivo, la información suministrada será confidencial y con fines estrictamente académicos.

1-. ¿Conoce usted la existencia de las Prácticas de Trabajo establecidas por CVG VENALUM para el cumplimiento de las funciones?

Si  No

2-. ¿Considera usted que actualmente las operaciones para el desnatado de los hornos de retención se realizan correctamente?

Si  No

3-. ¿Considera usted que determinar la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención por medio de la observación directa es un método apropiado?

Si  No

4-. ¿Considera usted necesario implementar un método analítico para calcular la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención?

Si  No

5-. ¿Para el inventario mensual se refunde la chatarra de horizontal en el horno de retención o basculante?

Si  No

¡Muchas gracias por su gentil colaboración!



## ENCUESTA

A continuación se presenta una encuesta que tiene como objetivo principal la recolección de información para conocer su apreciación en relación al método de trabajo empleado en la sala de colada de CVG VENALUM. Por tal motivo, la información suministrada será confidencial y con fines estrictamente académicos.

1-. ¿Conoce usted la existencia de las Prácticas de Trabajo establecidas por CVG VENALUM para el cumplimiento de las funciones?

Si  No

2-. ¿Considera usted que actualmente las operaciones para el desnatado de los hornos de retención se realizan correctamente?

Si  No

3-. ¿Considera usted que determinar la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención por medio de la observación directa es un método apropiado?

Si  No

4-. ¿Considera usted necesario implementar un método analítico para calcular la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención?

Si  No

5-. ¿Para el inventario mensual se refunde la chatarra de horizontal en el horno de retención o basculante?

Si  No

¡Muchas gracias por su gentil colaboración!



## ENCUESTA

A continuación se presenta una encuesta que tiene como objetivo principal la recolección de información para conocer su apreciación en relación al método de trabajo empleado en la sala de colada de CVG VENALUM. Por tal motivo, la información suministrada será confidencial y con fines estrictamente académicos.

1-. ¿Conoce usted la existencia de las Prácticas de Trabajo establecidas por CVG VENALUM para el cumplimiento de las funciones?

Si  No

2-. ¿Considera usted que actualmente las operaciones para el desnatado de los hornos de retención se realizan correctamente?

Si  No

3-. ¿Considera usted que determinar la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención por medio de la observación directa es un método apropiado?

Si  No

4-. ¿Considera usted necesario implementar un método analítico para calcular la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención?

Si  No

5-. ¿Para el inventario mensual se refunde la chatarra de horizontal en el horno de retención o basculante?

Si  No

¡Muchas gracias por su gentil colaboración!



## ENCUESTA

A continuación se presenta una encuesta que tiene como objetivo principal la recolección de información para conocer su apreciación en relación al método de trabajo empleado en la sala de colada de CVG VENALUM. Por tal motivo, la información suministrada será confidencial y con fines estrictamente académicos.

1-. ¿Conoce usted la existencia de las Prácticas de Trabajo establecidas por CVG VENALUM para el cumplimiento de las funciones?

Si  No

2-. ¿Considera usted que actualmente las operaciones para el desnatado de los hornos de retención se realizan correctamente?

Si  No

3-. ¿Considera usted que determinar la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención por medio de la observación directa es un método apropiado?

Si  No

4-. ¿Considera usted necesario implementar un método analítico para calcular la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención?

Si  No

5-. ¿Para el inventario mensual se refunde la chatarra de horizontal en el horno de retención o basculante?

Si  No

¡Muchas gracias por su gentil colaboración!



## ENCUESTA

A continuación se presenta una encuesta que tiene como objetivo principal la recolección de información para conocer su apreciación en relación al método de trabajo empleado en la sala de colada de CVG VENALUM. Por tal motivo, la información suministrada será confidencial y con fines estrictamente académicos.

1-. ¿Conoce usted la existencia de las Prácticas de Trabajo establecidas por CVG VENALUM para el cumplimiento de las funciones?

Si  No

2-. ¿Considera usted que actualmente las operaciones para el desnatado de los hornos de retención se realizan correctamente?

Si  No

3-. ¿Considera usted que determinar la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención por medio de la observación directa es un método apropiado?

Si  No

4-. ¿Considera usted necesario implementar un método analítico para calcular la capacidad real de metal líquido en los hornos de retención?

Si  No

5-. ¿Para el inventario mensual se refunde la chatarra de horizontal en el horno de retención o basculante?

Si  No

¡Muchas gracias por su gentil colaboración!