



***Autores:******Jorge Geovanny Pincaj Paz.***

Ingeniero Industrial  
Candidato a Magíster en Producción y Operaciones Industriales por  
la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil.  
jpincayp@est.ups.edu.ec

***Luis Alberto Rendón Jaime.***

Ingeniero Comercial  
Candidato a Magíster en Producción y Operaciones Industriales por  
la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil.  
lrendonj@est.ups.edu.ec

***Dirigido por:******Ing. Armando Fabrizzio López Vargas PhD.***

Ingeniero Mecánico  
Magister en Educación Superior  
Doctor en Ingeniería Industrial  
alopez@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

**DERECHOS RESERVADOS**

©2022 Universidad Politécnica Salesiana.  
GUAYAQUIL – ECUADOR – SUDAMÉRICA  
JORGE GEOVANNY PINCAJ PAZ  
LUIS ALBERTO RENDÓN JAIME

***DISEÑO DE UN MODELO DE CONTROL DE INVENTARIO PARA LA MEJORA EN LOS PROCESOS DE CAPTACIÓN Y PROCESAMIENTO DE CHATARRA EN UNA EMPRESA SIDERÚRGICA.***

## **DISEÑO DE UN MODELO DE CONTROL DE INVENTARIO PARA LA MEJORA EN LOS PROCESOS DE CAPTACIÓN Y PROCESAMIENTO DE CHATARRA EN UNA EMPRESA SIDERÚRGICA.**

### **RESUMEN**

La presente investigación presenta una propuesta para el desarrollo de un modelo de control de inventario para la mejora en los procesos de Captación y Procesamiento de chatarra en una empresa siderúrgica. Se analizan las mermas técnicas e impurezas que inciden en ambos procesos tanto en la compra como en el procesamiento metalúrgico de la chatarra. A diferencia de cualquier otro proceso productivo el manejo de los residuales (impurezas, material no ferroso, contaminantes) requieren de un procedimiento no convencional para el control de las bodegas de chatarra. Para el caso de manejo de desechos, se realiza un reproceso manual al proceso productivo habitual, ya que al final de cada proceso de industrialización de chatarra (fragmentación, cizallado, compactación, corte con acetileno) que se ejecute de acuerdo a su tipología, se obtiene materia prima (reciclada o reutilizada) y los desechos que no sean recuperados son evacuados con el gestor de residuos comunes. Se compara los porcentajes aplicados durante cada etapa de medición en diferentes periodos de tiempo, se procede a introducir los datos en el software estadístico Minitab, para así poder comparar la percepción que tiene cada etapa con respecto a la merma aplicada, encontrándose que el porcentaje aplicado hasta el momento está contribuyendo a la que la diferencia entre el stock virtual versus el físico siga incrementándose y no se tome acciones tales como la ejecución de ajustes de inventarios para determinar los costos reales aplicables en los años anteriores, causando pérdidas que impactaran directamente en el patrimonio de la siderúrgica. Analizando todos los resultados se propone un modelo de control de inventario que permita monitorear y controlar las mermas técnicas e impurezas, instructivos de agrupamiento de la clasificación de chatarra por tipología, valoración del stock, kárdex diarios y reportes mensuales de stock de materia prima que ingresan a la planta y a las bodegas sucursales.

**Palabras clave:** Captación de Chatarra, Procesamiento Metalúrgico, Mermas Técnicas, Industrialización de Chatarra, Software Estadístico Minitab, Ajustes de Inventarios.

## ABSTRACT

This research presents a proposal for the development of an inventory control model for the improvement in the processes of Capture and Processing of scrap in a steel company. Technical waste and impurities that affect both processes in both purchasing and metallurgical scrap metal processing are analyzed. Unlike any other production process, the handling of residuals (impurities, non-ferrous material, pollutants) requires an unconventional procedure for the control of scrap warehouses. In the case of waste management, a manual reprocessing is carried out to the usual production process, since at the end of each scrap metal industrialization process (fragmentation, shearing, compaction, cutting with acetylene) that is executed according to its typology, it is It obtains raw material (recycled or reused) and the waste that is not recovered is evacuated with the common waste manager. The percentages applied during each measurement stage in different periods of time are compared, the data is entered in the Minitab statistical software, in order to compare the perception that each stage has with respect to the applied waste, finding that the applied percentage So far, it is contributing to the fact that the difference between the virtual stock versus the physical one continues to increase and actions such as the execution of inventory adjustments to determine the real costs applicable in previous years are not taken, causing losses that will directly impact the patrimony of the steel company.

Analyzing all the results, an inventory control model is proposed that allows monitoring and controlling technical waste and impurities, instructions for grouping scrap metal classification by type, stock valuation, daily transcripts and monthly reports of incoming raw material stock. to the plant and branch warehouses.

**Keywords:** Scrap Collection, Metallurgical Processing, Technical Waste, Scrap Industrialization, Minitab Statistical Software, Inventory Adjustments.

## GLOSARIO

**Acero:** Aleación de hierro o materiales ferrosos, con pequeñas cantidades de carbono y otros metales (níquel, manganeso).

**Captación:** Proceso cuyo objetivo es recibir, categorizar, calificar y clasificar la chatarra que entregan los diferentes tipos proveedores, sea por acuerdos, compras directas o chatarrización.

**Chatarra:** Material ferroso (metal) reciclado principalmente del acero.

**Chatarra Óptima:** Material ferroso que ha pasado por un proceso de clasificación, categorización a través de una prensa cizalla o fragmentadora.

**Chatarra Suelta:** Material ferroso en bruto que se compra de forma diaria, en recicladoras, empresas generadoras de residuos metálicos y otras siderúrgicas.

**Cizallar:** Proceso de corte de material con prensas cizalla hidráulicas.

**Colada continua:** Proceso de vaciado del acero líquido en moldes, para obtener el producto final (palanquillas).

**Cubicación:** Determinar volumen o capacidad de un cuerpo conforme a sus dimensiones.

**Densidad:** Concentración de material por unidad de volumen.

**Fundición:** Proceso de convertir chatarra sólida en líquida superior a los 1600°C.

**Horno eléctrico de fundición:** Horno eléctrico para fundir chatarra óptima.

**Material ferroso:** Se refiere a los metales ferrosos como el hierro y sus aleaciones, el hierro dulce o forjado, el acero y la fundición.

**Procesamiento:** Proceso cuyo objetivo es utilizar la chatarra comprada en el área de captación, para proceder a procesarla (separando impurezas y material no ferroso) a través de la prensa cizalla.

**Prensa cizalla:** Máquina accionada por motor eléctrico diseñada para cortar y reducir el volumen de todo tipo de chatarras y desechos metálicos, incluyendo los materiales más pesados o voluminosos.

**Reciclaje:** Es un proceso en el que materiales de desechos vuelven a ser introducidos en el proceso de producción y consumo, devolviéndoles su utilidad.

## **ABREVIATURAS**

**APICS:** American Production and Inventory Control Society ó Asociación Americana de Control de Producción e Inventarios, es una organización educativa internacional sin fines de lucro que ofrece programas de certificación, herramientas de capacitación y oportunidades de trabajo en red para aumentar el desempeño en el lugar de trabajo.

**ASCM:** Association for Supply Chain Management ó Asociación para la Gestión de la Cadena de Suministro, es la organización sin fines de lucro líder mundial en la transformación, la innovación y el liderazgo de la cadena de suministro.

**HMS:** Heavy Metal Scrap

**ISRI:** “Institute of Scrap Recycling Industries” ó “Instituto de Industrias de Reciclaje de Chatarra”, es un instituto estadounidense encargado de implementar la normativa del sector del reciclaje estadounidense a nivel internacional.

## Tabla de contenidos

1.	INTRODUCCIÓN .....	15
1.1.	Situación Problemática.....	15
1.2.	Formulación del problema .....	16
1.2.1.	Problema General .....	16
1.2.2.	Problemas específicos.....	16
1.3.	Justificación teórica.....	16
1.4.	Justificación práctica .....	17
1.5.	Objetivos .....	17
1.5.1.	Objetivo General.....	17
1.5.2.	Objetivos específicos .....	17
2.	MARCO TEÓRICO.....	18
2.1.	Bases teóricas .....	18
2.1.1.	Gestión de abastecimiento y almacenamiento en la cadena de suministro. ....	18
2.1.2.	Reciclaje .....	18
2.1.3.	Material ferroso .....	18
2.1.4.	Chatarra .....	19
2.1.5.	Norma internacional ISRI.....	19
2.1.6.	HMS.....	20
2.1.7.	Chatarra Fragmentada.....	22
2.1.8.	Merma técnica .....	23
2.2.	Antecedentes de investigación .....	23
2.2.1.	Evolución del reciclaje .....	23
2.2.2.	Industria siderúrgica .....	24
2.2.3.	Entorno nacional y mundial de la industria siderúrgica .....	25
2.2.4.	Recuperación de material ferroso .....	28
2.2.5.	Ciclo de vida del material ferroso.....	29
3.	METODOLOGÍA .....	33
3.1.	Tipo de investigación .....	33
3.2.	Diseño de Investigación .....	34

3.2.1.	Fase I: Definición de herramientas, instrumentos y técnicas para la clasificación de chatarra óptima.....	34
3.2.2.	Fase II: Medición del comportamiento del inventario.....	35
3.2.3.	Fase III: Análisis de resultados y propuesta de mejora para control del inventario en los almacenes de chatarra.....	35
3.3.	Unidad de análisis .....	35
3.4.	Población de estudio.....	35
3.5.	Tamaño y selección de la muestra.....	36
3.6.	Métodos de investigación.....	38
3.6.1.	Método deductivo - inductivo.....	38
3.6.2.	Método analítico .....	39
3.7.	Técnicas e instrumentos de investigación .....	39
3.7.1.	Técnica de investigación documental.....	39
3.7.2.	Técnica de investigación de campo .....	39
3.8.	Análisis de la información.....	39
3.9.	Hipótesis.....	41
3.9.1.	Hipótesis general .....	41
3.9.2.	Hipótesis específicas.....	41
3.10.	Identificación de variables.....	42
3.11.	Operacionalización de variables .....	42
3.12.	Matriz de consistencia .....	43
4.	PROPUESTA DE MODELO DE CONTROL DE INVENTARIO .....	46
4.1.	Análisis preliminar .....	46
4.1.1.	Identificación del tipo de chatarra clasificación y tipología.....	46
4.1.2.	Clasificación ABC de la materia prima.....	46
4.2.	Layout.....	50
4.3.	Impurezas .....	53
4.3.1.	Preparación de la información .....	55
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	57
5.1.	Análisis, interpretación de datos .....	57
5.2.	Experimentación.....	64
5.2.1.	Normalidad de los datos .....	64
5.2.2.	Análisis de distribución normal.....	68

5.2.3. Prueba de hipótesis .....	72
5.3. Presentación de los resultados.....	85
5.3.1. Estadística descriptiva (Prueba de igualdad de varianzas) .....	85
5.3.2. Carta de control .....	97
6. CONCLUSIONES .....	103
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105
8. ANEXOS (si existen).....	109

## Lista de tablas

Tabla 1.	Tipos de chatarra en el mercado internacional .....	23
Tabla 2.	Producción mundial de acero bruto en miles de toneladas año 2019 .....	26
Tabla 3.	América Latina: Producción de acero crudo por países .....	26
Tabla 4.	Código alfabético del tamaño de la muestra.....	37
Tabla 5.	Planes de muestreo simple para una inspección normal.....	37
Tabla 6.	Identificación de las variables .....	42
Tabla 7.	Operacionalización de las variables .....	44
Tabla 8.	Matriz de consistencia .....	45
Tabla 9.	Características para definición de tipología y clasificación del material .....	47
Tabla 10.	Clasificación y tipología de chatarra.....	49
Tabla 11.	Medición realizada julio 2021 (Kg).....	57
Tabla 12.	Resultados obtenidos en etapas de medición (Kg) .....	58
Tabla 13.	Resultados obtenidos en la medición de Datos (Kg) .....	60
Tabla 14.	Dos muestras.....	72

## Lista de figuras

Figura 1.	Chatarra (material ferroso).....	19
Figura 2.	Chatarra HMS 1 .....	21
Figura 3.	Chatarra HMS 2 .....	22
Figura 4.	Chatarra fragmentada.....	22
Figura 5.	Producción mundial de acero bruto en millones de toneladas 2019.....	25
Figura 6.	Repartición regional de la producción de acero crudo 2019.....	27
Figura 7.	América Latina: Relación entre consumo de acero y PIB (Per Cápita).....	28
Figura 8.	Despliegue de subproceso: Captación de materia prima .....	30
Figura 9.	Despliegue de subproceso: Recepción de materia prima.....	31
Figura 10.	Despliegue de subproceso: Procesamiento de chatarra .....	31
Figura 11.	Diagrama del proceso siderúrgico .....	32
Figura 12.	Bodega de almacenamiento de chatarra mixta.....	36
Figura 13.	Chatarra lista para el horno .....	38
Figura 14.	Triangulación del conocimiento .....	40
Figura 15.	Descripción del sistema de gestión de inventarios .....	46
Figura 16.	Chatarra lista para el horno (tipo A) .....	48
Figura 17.	Chatarra estructural (tipo B) .....	48
Figura 18.	Chatarra suelta (tipo C).....	49
Figura 19.	Vista superior de bodegas de almacenamiento de chatarra. ....	51
Figura 20.	Distribución actual del inventario de chatarra en bodegas de almacenamiento. ....	52
Figura 21.	Esquema para limpieza de impurezas del material captado.....	54
Figura 22.	Reporte diario de compra y stock disponible en almacenes de chatarra.....	55
Figura 23.	Reporte diario de compra y stock disponible en almacenes de chatarra.....	56
Figura 24.	Etapas I – Descarga y carga de chatarra a máquina Cizalladora Vezzani.....	58
Figura 25.	Etapas II – Separación de residuos no metálicos y tierra, por tambor magnético....	59
Figura 26.	Etapas III – Material Cizallado obtenido durante el proceso metalúrgico. ....	59
Figura 27.	Aplicación de datos de impurezas – II Trimestre. ....	64
Figura 28.	Gráfico de peso descuento calificador vs. peso a descontar experimento – II Trimestre	65
Figura 29.	Aplicación de datos de impurezas – III Trimestre .....	65
Figura 30.	Gráfico de peso descuento calificador vs. peso a descontar experimento – III Trimestre	66

Figura 31.	Gráfico de peso descuento calificador vs. peso a descontar experimento – General	67
Figura 32.	Gráfica de intervalos entre grupos (Trimestre II y Trimestre III año 2021).....	69
Figura 33.	Gráfica de probabilidad entre grupos – General .....	73
Figura 34.	Gráfica de Box – Cox Mensual.....	76
Figura 35.	Prueba de igualdad de varianzas mensuales – Aplicado vs. Experimento .....	86
Figura 36.	Prueba T e IC de dos muestras mensuales – Aplicado vs. Experimento .....	93
Figura 37.	Gráfica I-MR entre grupos – General .....	98
Figura 38.	Estadística descriptiva entre grupos – General .....	98
Figura 39.	Anova de un solo factor, método Games - Howell – General .....	99

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Situación Problemática

La compra de material ferroso (chatarra), para el proceso productivo en una siderúrgica que se dedica a la fundición de acero al carbono en un horno eléctrico, se realiza de forma diaria bajo diferentes modalidades de compra a los proveedores y/o pequeños recicladores, y se realiza por compra directa, acuerdo de compra con empresas públicas y/o privadas y procesos de chatarrización vehicular voluntaria. El proceso de abastecimiento para la recepción de chatarra, inicia con los proveedores de materia prima, utilizando técnicas de reciclajes, acumulan chatarra en sus bodegas o patios de reciclajes, que pueden estar localizados en cualquier lugar del país.

Controlar la recepción y clasificación del material suelto que ingresa de manera constante, es complicado por ser el punto donde se separa los elementos que son perjudiciales en el proceso productivo como son: palos, piedras, material electrónico, cobre, ripio o algún otro elemento, además de separar materiales no ferrosos que viene adherida en la chatarra, de lo cual solo agregan costos en el proceso, sin ser utilizados como materia prima, por lo que obliga a penalizar a los proveedores con un porcentaje estimado visualmente, que represente la impureza en (Kg. o Tn.)

Los constantes cuello de botella que se presenta en la descarga de chatarra con los vehículos de los proveedores y el descontento por el porcentaje de impurezas que se está aplicando a este proceso, tiene su origen en la preocupación general en este eslabón de la cadena de abastecimiento, con el fin de profundizar y que mejore la aplicabilidad del porcentaje de impureza. La presente investigación permitirá diseñar un instructivo que establezca los factores a considerar para la aplicación del cálculo de porcentaje, en las impurezas estimadas como base de los desechos generados desde la descarga de los vehículos con chatarra en el área de captación de material ferroso, las impurezas que están inmersas en la chatarra y de esa manera lograr obtener el tonelaje óptimo sin impurezas de vital importancia, para el siguiente proceso de transformación, mejorando el nivel de operatividad y satisfacción de los proveedores. Es fundamental realizar el análisis con los principales actores en la recepción de chatarra y en su impacto económico al proceso productivo, social y medioambiental.

Es de suma importancia hacer énfasis en la capacitación de los técnicos en calificación de material ferroso, que tenga los conocimientos necesarios en identificar los tipos de chatarra y mejorar su desempeño en las actividades acorde al puesto.

## **1.2. Formulación del problema**

### ***1.2.1. Problema General***

¿Es factible desarrollar un modelo de control de inventario para determinar la merma técnica e impurezas que inciden en los procesos de captación y procesamiento de chatarra de una empresa siderúrgica?

### ***1.2.2. Problemas específicos***

- a. ¿Cómo identificar un método de control que se ajuste a la empresa para la clasificación de material ferroso en base a la tipología y layout de almacenes?
- b. ¿Cómo se puede establecer un sistema de control y auditorías de inventario para demostrar con exactitud el stock físico de chatarra?
- c. ¿Cómo determinar los niveles de impureza en cada tipo de chatarra para establecer los parámetros de control de calidad?

## **1.3. Justificación teórica**

Todo lo referente a reciclaje de desechos, está tomando mucha fuerza e importancia, en este mundo globalizado y competitivo, razón suficiente para que las empresas públicas y privadas, busquen implementar programas de Gestión de Calidad Empresarial, para identificar sus puntos débiles, puntos fuertes, fallas y oportunidades de mejora. (Becher, 2016)

El acero al no perder fácilmente sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, se puede reutilizar y obtener productos de calidad, si se recicla y procesa adecuadamente en base a las normas ambientales (Prezi, 2016)

## **1.4. Justificación práctica**

Al no contar con un manual o instructivo para estimar el porcentaje de impurezas que se ha llevado erróneamente, aplicado a las impurezas en los tipos de chatarra ingresada por los proveedores al área de captación, aumenta la merma técnica, que se considera como una pérdida, al tener un impacto negativo en los costos de fabricación y está relacionada con las diferencias que existen entre los inventarios físicos y los registros contables debido a: pérdida de peso por la presencia de materiales no ferrosos en el stock de materia prima, pérdida de peso por efectos de la corrosión de los materiales en stock por largos periodos de tiempo. (NEELY, 2000)

En la presente investigación, se estudiará el tratamiento de las causas de la problemática identificada, que permita diseñar un instructivo para el diagnóstico, calcular el porcentaje en mermas técnicas y de impurezas, aplicable al proceso de captación y procesamiento de chatarra presente en la clasificación de los materiales y en la valorización técnica de la materia prima.

## **1.5. Objetivos**

### ***1.5.1. Objetivo General***

Desarrollar un modelo de control de inventario para determinar la merma técnica e impurezas que inciden en los procesos de captación y procesamiento de chatarra de una empresa siderúrgica.

### ***1.5.2. Objetivos específicos***

- a. Identificar un método de control que se ajuste a la empresa para la clasificación de material ferroso en base a la tipología y layout de almacenes.
- b. Establecer un sistema de control y auditorías de inventario para demostrar con exactitud el stock físico de chatarra.
- c. Determinar los niveles de impureza en cada tipo de chatarra para establecer los parámetros de control de calidad.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Bases teóricas

#### 2.1.1. *Gestión de abastecimiento y almacenamiento en la cadena de suministro.*

El Diccionario APICS, 16a edición, define el diseño de la cadena de suministro como la determinación de cómo estructurar una cadena de suministro. Las decisiones de diseño incluyen la selección de proveedores, la ubicación y capacidad del almacén y las instalaciones de producción, los productos, los modos de transporte y sistemas de información de apoyo.

La gestión de abastecimiento describe el pedido y la recepción de bienes y servicios, y comprende la emisión de órdenes de compra, programación de entregas, recepción, verificación y almacenamiento de mercancías.

#### 2.1.2. *Reciclaje*

Es un proceso por el cual, materiales de desecho, vuelven a ser introducidos en el proceso de producción y consumo, devolviéndoles su utilidad. No todos los residuos pueden reciclarse, pero reciclar lo que es susceptible de ello, que es más del 90 % de los desperdicios que genera cada persona, elimina gran parte de los residuos del planeta, lo que representa un gran triunfo en la lucha contra la contaminación ambiental y la mejora del hábitat. El reciclado de papel, por ejemplo, evita la tala indiscriminada de árboles, que se usan con ese fin y el reciclaje del vidrio significa un gran ahorro energético. (Reyes, 2020).

El reciclaje es una alternativa muy positiva para las empresas, tanto para el cuidado de nuestro planeta dentro de su actividad, filosofía corporativa e imagen de marca, además de ser un modo efectivo de abaratar costos y frenar la producción de materiales que son una amenaza para nuestro entorno, como lo es el plástico. (*Revista de la Federación Española de la recuperación y el reciclaje*, 2020)

#### 2.1.3. *Material ferroso*

Los metales ferrosos son el hierro y sus aleaciones, el hierro dulce o forjado, el acero y la fundición. Son los más utilizados debido a su bajo costo de extracción y obtención. El hierro es el elemento químico (Fe) que constituye el 5% de la corteza terrestre (2º metal más abundante). No está

presente en estado puro sino en combinación con otros elementos en minerales: magnetita, siderita, hematita. Su principal inconveniente es que puede oxidarse al reaccionar con el oxígeno del aire o agua, degradando el metal hasta provocar su rotura. (Valencia Espinoza, 2014)

El hierro tiene alta temperatura de fusión, más de 1.500°C. Este es el motivo por lo que su metalurgia fue tardía, posterior al cobre y al bronce. Suponen a 3ª Edad de los Metales, la Edad de Hierro (700 a.C.) el dominio de la metalurgia del hierro y sus aplicaciones fueron cruciales para el avance de la agricultura, de la ganadería, guerras. (Foundry, 2020)

#### **2.1.4. Chatarra**

Se denomina chatarra al material de desecho de metales varios, proveniente de orígenes variados: objetos, máquinas o aparatos obsoletos que tiene el potencial de ser usado con objetivo de reciclaje.

Scrap es una palabra inglesa que se traduce como chatarra o residuo. En el contexto industrial, scrap refiere a todos los desechos y/o residuos derivados del proceso industrial. En efecto, el scrap o residuo industrial posee un valor económico, en la medida en que puede constituir un insumo para otra industria.

**Figura 1.** Chatarra (material ferroso)



*Nota:* Fotografía tomada por los autores durante la investigación.

### **2.1.5. Norma internacional ISRI**

El mundo del reciclaje de la chatarra a nivel internacional se basa en la norma ISRI (Institute of Scrap Recycling Industries), el cual es el Instituto de la Industria del Reciclaje de chatarra, encargado de implementar la normativa del sector del reciclaje estadounidense en el plano internacional. Se trata de una organización sin ánimo de lucro que acoge más de empresas públicas, privadas, con sede en los países del mundo y más instalaciones operativas, el ISRI forman parte tanto fabricantes como consumidores de desechos metálicos ferrosos, no ferrosos, plásticos, basura electrónica, textil, residuos de vidrio, papel, y caucho entre otros. (Martinez, 2018)

### **2.1.6. HMS**

La chatarra HMS (Heavy Metal Scrap) proviene de hierros y aceros recuperados de material obsoleto que se vuelven a fundir, reciclar con un tamaño y densidad específicos para cada pieza de chatarra, con la finalidad de aumentar el rendimiento en la refundición. Las dimensiones máximas suelen rondar los 1524 mm x 609,6 mm, y se clasifican a su vez en dos tipos: HMS 1 y HMS 2, que básicamente se diferencian por el espesor y densidad volumétrica. y respecto al espesor mínimo para HMS 1 es de 6,3 mm (1/4 de pulgada), pero si el mínimo desciende a 3,2mm (1/8 de pulgada) y como materia prima contiene restos de acero galvanizado hablaremos de HMS 2.

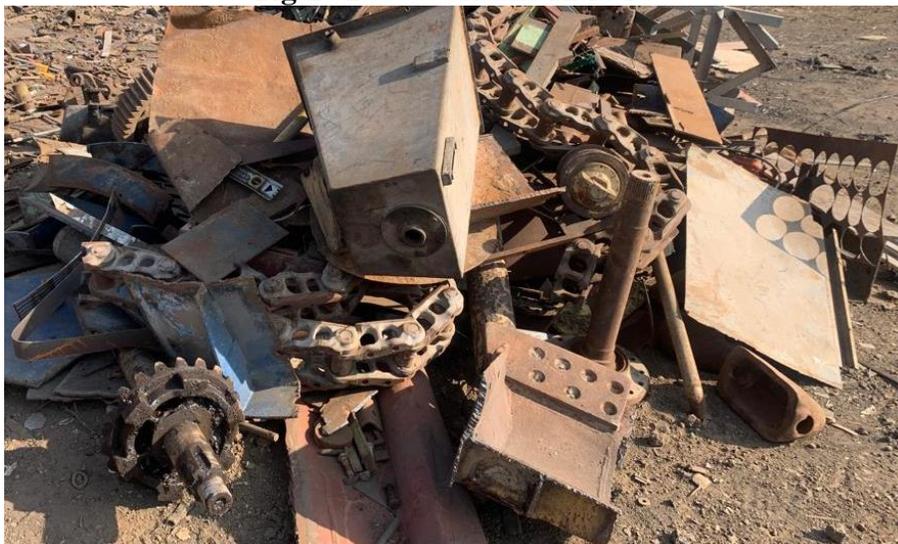
**HMS 1.** Es el término usado para la chatarra pesada que tiene una densidad de al menos 0,7 toneladas por metro cúbico, con un espesor mínimo de 6,3 mm (1/4 de pulgada). Dentro de la norma ISRI, las categorías 200, 201 y 202 definen las características de este tipo de chatarra, las cuales se detallan a continuación:

ISRI 200: chatarra de hierro forjado y/o de acero de ¼” de espesor o más. Las piezas, individualmente, de no más de 60” x 24” y preparadas de manera que asegure una carga compacta.

ISRI 201: chatarra de hierro forjado y/o de acero de ¼” de espesor o más. Las piezas, individualmente, de no más de 36” x 18” y preparadas en forma que asegure una carga compacta.

ISRI 202: chatarra de hierro forjado y/o acero de ¼” de espesor o más. Las piezas, individualmente, de no más de 60” x 18” (tamaño caja de carga) y preparadas en forma que asegure una carga compacta.

**Figura 2.** Chatarra HMS 1



*Nota:* Fotografía tomada por los autores durante la investigación.

**HMS 2.** Es el término usado para la chatarra de acero más ligera de menos de 3,2 mm de espesor (1/8 de pulgada). Dentro de la norma ISRI, las categorías 203, 204, 205 y 206 definen las características de este tipo de chatarra (ver Figura 3), las cuales se detallan a continuación:

ISRI 203: chatarra de hierro forjado y de acero, negro y galvanizado, de 1/8” de espesor o más, tamaño caja de carga, inclusive material inadecuado como acero pesado de fusión N.1.

ISRI 204: chatarra de hierro forjado y/o acero, negro y galvanizado, tamaño máximo 36” x 18”. Puede incluir todos los tipos de chatarra de automóvil, adecuadamente preparada.

ISRI 205: Chatarra de hierro forjado y/o acero, negro y galvanizado, tamaño máximo 36” x 18”. Puede incluir todos los tipos de chatarra de automóviles debidamente preparada, pero libre de hojas de acero o material de poco espesor.

ISRI 206: Chatarra de hierro forjado y/o acero, negro y galvanizado, tamaño máximo 60” x 18”. Puede incluir todos los tipos de chatarra de automóviles debidamente preparada, pero libre de hojas de acero o material de poco espesor.

**Figura 3.** Chatarra HMS 2



*Nota:* Fotografía tomada por los autores durante la investigación.

#### ***2.1.7. Chatarra Fragmentada***

ISRI 211: Chatarra desmenuzada, de hierro y de acero homogénea, separada magnéticamente, proveniente de automóviles, acero N.1 y N.2 sin preparar, chatarra diversa de fardo y plancha, densidad media, 70 libras por pie cúbico.

**Figura 4.** Chatarra fragmentada



*Nota:* Fotografía tomada por los autores durante la investigación.

**Tabla 1.** Tipos de chatarra en el mercado internacional

<b>Tipo</b>	<b>Estado</b>	<b>Norma ISRI</b>	<b>Espesor</b>	<b>Densidad</b>	<b>Medidas de piezas individuales</b>
Paquetes compactados #2	Lista para fundir	209	N/A	70 lbs/pie3	Máx. 50x50x50 cm
HMS # 1	Para procesar	202	6 mm	N/A	Máx. 150x45 cm
HMS # 1 y HMS # 2 (80/20)	Para procesar	202 y 203	3 - 6 mm	N/A	Máx. 150x45 cm
Fragmentada	Lista para fundir	211	N/A	70 lbs/pie3	N/A

Fuente: Los autores

### **2.1.8. Merma técnica**

Una merma es una pérdida o reducción de un cierto número de mercancías o de la actualización de un stock que provoca una fluctuación, es decir, la diferencia entre el contenido de los libros de inventario y la cantidad real de productos o mercancía dentro de un establecimiento, negocio o empresa que conlleva a una pérdida monetaria. (Chicoma, 2019)

El origen etimológico proviene del latín vulgar "minimare" que se puede traducir como "reducir algo al mínimo" Técnicamente una merma es una pérdida de utilidades en término físico.

El inconveniente de una merma es que es inevitable. (Zazenco.word, 2015)

## **2.2. Antecedentes de investigación**

### **2.2.1. Evolución del reciclaje**

Reciclar es una actividad que en la Biósfera, se realiza como parte inseparable de los procesos biológicos desde el principio de los tiempos. Una hoja que se cae, un árbol que se quema, un animal que muere y, en general, todos los eventos que suceden en la naturaleza, acaban por entrar a formar parte de los procesos bioquímicos, físicos o geológicos manteniendo el equilibrio y la sostenibilidad de los ecosistemas. (Yanez, 2019)

El ser humano, con el paso del tiempo se ha ido separando de los procesos biológicos de la biósfera y ha crecido su aptitud de mejora continua dentro del ámbito en que se desempeña incluyendo sistemas, elementos nuevos y diferenciados, dando cabida a la metamorfosis y que empezó desde

la época de la Evolución. Tras la revolución industrial, procesar materias primas y transformarlas se convirtió en una tarea sencilla e inmediata y el reciclaje pasó a un segundo plano. Sólo en los tiempos de conflictos bélicos se recuperó el interés por el aprovechamiento de materiales y otros objetos. Durante la Guerra de Independencia en Norteamérica, a finales del siglo XVIII, el reciclaje se convirtió en una práctica habitual. Otro tanto de lo mismo sucedía en la Primera Guerra Mundial, aunque no fue sino en la Segunda cuando se pusieron en marcha campañas oficiales para reciclar y utilizar todo tipo de recursos, desde metal o papel. Los métodos para el reciclaje han ido cambiando con el tiempo. Afortunadamente, al día de hoy, el reciclaje se ha convertido en una industria por sí misma, que se beneficia de los procedimientos habituales, tales como la investigación y el desarrollo por encontrar nuevas técnicas y procesos que mejoren la eficacia del reciclado. (Arenas, 2016)

Uno de los anuncios más recientes y espectaculares en este campo es el robot de Apple que desmonta los terminales antiguos para recuperar los metales y componentes de los mismos, hasta exprimir al máximo su valor de desecho. El robot Liam desmonta y clasifica los terminales que llegan de vuelta a Apple con precisión de relojero y facilita la extracción de metales como el Níquel, Tungsteno, Cobalto o Cobre. (Maya, 2017)

### ***2.2.2. Industria siderúrgica***

El sector siderúrgico (industria del acero) es considerado como las industrias básicas por excelencia, dado que permiten la construcción de infraestructuras con objetos tan importantes como automóviles, barcos, materiales de construcción y maquinarias, y por ende permite el desarrollo de otras industrias, convirtiéndose así en un sector estratégico en los procesos de industrialización, permitiendo a su vez la generación de empleos y multiplicando puestos de trabajo a través de su cadena de valor, incentivando el desarrollo tecnológico y la capacitación (La Economía Global y la Industria Siderúrgica-ProQuest, 2020 ). Existen dos tipos de aceros: acero largo y acero plano, teniendo en Ecuador mayormente desarrollado la industria del acero largo que abastece la necesidad de materiales de construcción.

En este contexto, el acero es el material más reciclado del planeta, dado que 2 de cada 3 toneladas de acero se fabrican a partir de material reciclado, siendo de esta manera el acero de vital importancia en el cuidado del medio ambiente (Pérez Gosende, 2016).

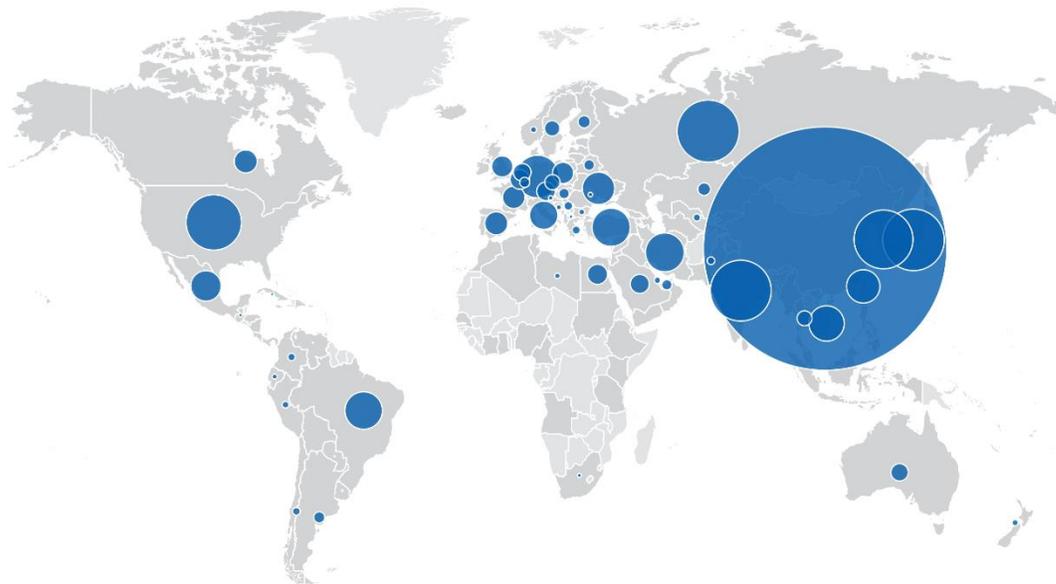
Dentro de los doce Objetivos plasmados en el Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 y bajo el marco legal proporcionado por la Constitución, el Gobierno del Ecuador propone como política el fomento a la producción del sector siderúrgico, ya que es esencial para el desarrollo de la industria ecuatoriana. (Ecuador, 2020)

### 2.2.3. *Entorno nacional y mundial de la industria siderúrgica*

Los periodos de bonanza de la industria del acero se dieron entre los años 1950 y 1975, ya que se realizaron todos los esfuerzos para la reconstrucción de estructuras y un sin número de proyectos para el avance en países desarrollados y por segunda ocasión durante el período 2001 y 2007, que se llegó a dar gracias a los esfuerzos de las economías emergentes. (Carillo, 2017)

Este momento de prosperidad y desarrollo económico para el sector siderúrgico se mantuvo también a nivel de Latinoamérica prácticamente durante los mismos periodos.

**Figura 5.** Producción mundial de acero bruto en millones de toneladas 2019



Fuente: (Monthly, 2020 )

La producción mundial de acero crudo en 2019 fue de 1.840 millones de toneladas, siendo solo China el que representa el 54% del volumen total con 992.7 millones de toneladas. En un segundo lugar distante India (111,4), seguido por Japón (99,3), Estados Unidos (87,8) y Rusia (71,7). Así

mismo, ubicándose Ecuador en el puesto número 51 con 0,6 millones de toneladas de acero, de 65 países que conforman estos datos que se muestran en la Tabla 2. (Monthly, 2020 )

**Tabla 2.** Producción mundial de acero bruto en miles de toneladas año 2019

Pos.	País	Total *
1	China	992.731,0
2	Japón	111.352,0
3	India	99.285,2
4	USA	87.761,2
5	Rusia	71.729,0
51	Ecuador	606,8
	En todo el mundo	1.840.851,4

Nota: \*Valores en miles de toneladas

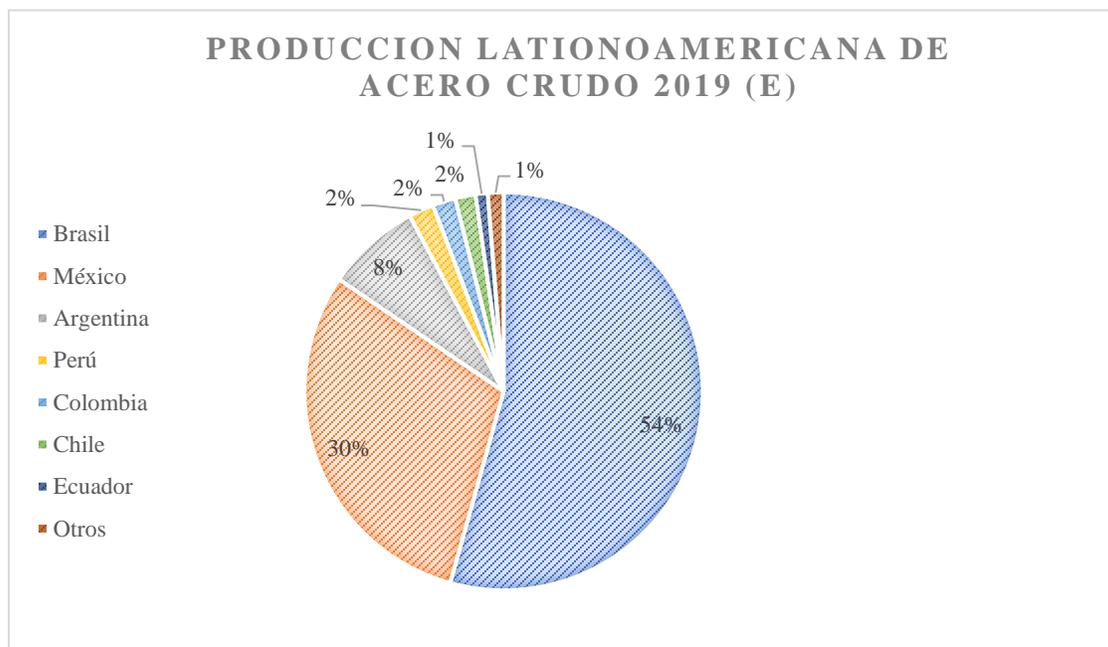
Hasta el 2019 América Latina ha producido cerca de 61 millones de toneladas de acero, que en comparación al año 2018 hubo una reducción del 5,7%, tal como se observa en la Tabla 3:

**Tabla 3.** América Latina: Producción de acero crudo por países

País	2015	2016	2017	2018	2019 (e)	Var. 19/18
Brasil	33.256	31.275	34.365	34.735	33.459	-3,8%
México	18.228	18.811	19.924	20.204	18.598	-8,6%
Argentina	5.028	4.126	4.624	5.162	4.722	-9,3%
Perú	1.082	1.168	1.207	1.217	1.254	3,0%
Colombia	1.358	1.272	1.253	1.219	1.150	-6,0%
Chile	1.112	1.153	1.158	1.145	1.017	-12,6%
Ecuador	720	576	561	583	607	4,0%
Guatemala	403	314	294	300	306	2,0%
Cuba	284	244	221	225	230	2,2%
El Salvador	124	100	96	99	102	2,9%
Uruguay	97	61	58	60	62	3,2%
Venezuela	1.345	553	444	129	56	-56,6%
Otros	639	70	24	25	26	3,8%
<b>Total</b>	<b>63.676</b>	<b>59.723</b>	<b>64.229</b>	<b>65.103</b>	<b>61.589</b>	<b>5,7%</b>

Fuente: América Latina en Cifras 2019, (Alacero, 2019)

**Figura 6.** Repartición regional de la producción de acero crudo 2019



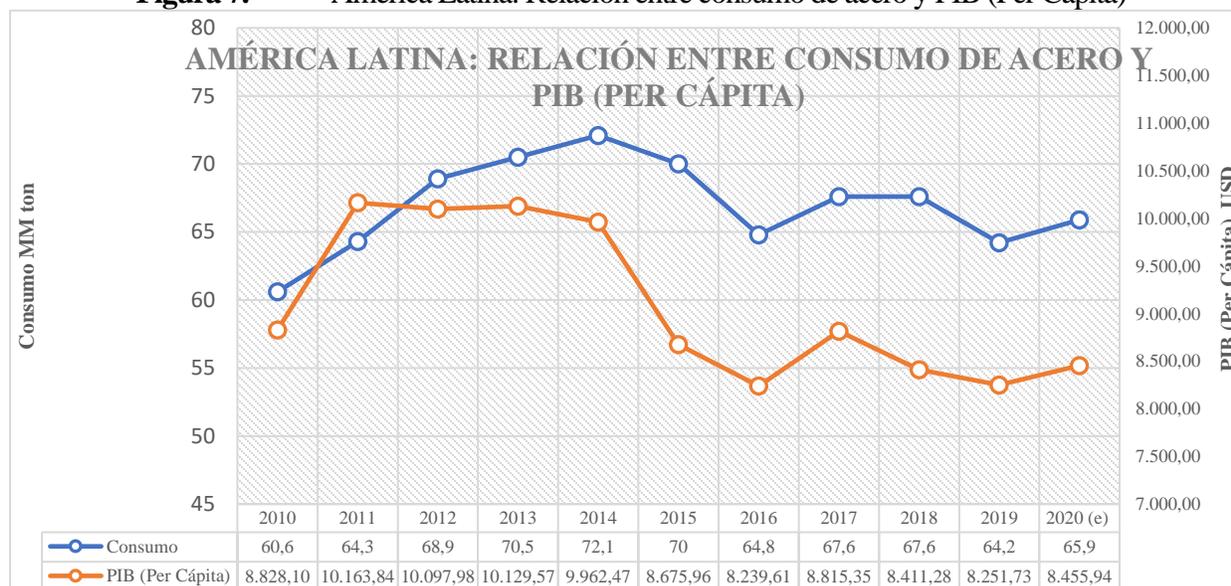
Fuente: (Alacero, 2019)

En proporciones poco más del 50% de la producción de América latina se le atribuye a Brasil, seguida de México con un 30%, y en el séptimo lugar Ecuador con un 1% de aporte en la Producción Latina, como se observa en la Figura 6:

Con relación al consumo de Acero en América Latina se cerró con 64,2 millones de toneladas en el año 2019 y se prevé 65,9 millones de toneladas con el aporte mayoritario de Brasil, México y Argentina. Esta estimación podrá cambiar dependiendo de los efectos económicos que está teniendo el problema de salud pública generado por el coronavirus. (Alacero, 2019)

La industria metalúrgica tiene su alcance y una de sus ramas más antigua, es la metalmecánica la cual dio inicio hace más de 60 años dentro del sector manufacturero local, creando un cambio positivo, en la generación de empleo, la creación de nuevas empresas y su evolución tecnológica, años después de la restructuración industrial de la década de los 90. (Mendoza Cruz, 2017)

Es importante destacar que la industria siderúrgica, es uno de los pilares del desarrollo económico y social de América Latina, esto se evidencia en una alta relación del Consumo de Acero con el Producto Interno Bruto per cápita (PIB pc), tal como se muestra en la Figura 7.

**Figura 7.** América Latina: Relación entre consumo de acero y PIB (Per Cápita)

Fuente: América Latina en cifras 2019, (Alacero, 2019),  
Indicadores Fondo Monetario Internacional 2020

#### 2.2.4. Recuperación de material ferroso

Abastecer a la industria del hierro y al sector exportador, son objetivos del área de reciclaje de metales ferrosos y no ferrosos. Este segmento obtiene la materia prima por la cadena de reciclaje tradicional o directamente de las fábricas. También, recolecta desechos de los sectores de la línea blanca, construcción, petróleo, automotriz, electrónicos y otros. Marco Herminia, gerente de la empresa Reciclar, con sede en Quito, comenta que hay que hacer una diferenciación entre los metales ferrosos y no ferrosos. (Cedeño, 2015)

Los primeros son residuos que se generan básicamente en la industria de la construcción, como la chatarra de hierro o las varillas. En cambio, los no ferrosos son los que contienen cobre, bronce, aluminio, otros metales y son residuos de perfilería; vasos de aluminio, tipo canecas; cables eléctricos de cobre; grifería. “Estos metales se recolectan en la cadena de reciclaje que comienza con los pequeños recolectores o directamente en las fábricas”. El Censo Nacional Económico realizado en el 2010 por el Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos (INEC), muestra las cifras del sector: son 40 establecimientos dedicados al procesamiento de desechos de metales o plásticos. De este total, 24 corresponden al de desechos metálicos. (Cedeño, 2015)

Los 40 establecimientos obtienen ventas al año de unos USD 25,8 millones. Asimismo, 34 establecimientos son únicos y existen seis sucursales. Cada sitio de estos posee, según el INEC, siete trabajadores, en promedio. Herminia explica que los mayores compradores de metales ferrosos de la industria local son ADELCA, NOVACERO y ANDEC. Entre las fortalezas del segmento, según el empresario, está la amplia estructura de acopiadores o servicio personalizado con los proveedores de los metales. (Cedeño, 2015)

Actualmente, el precio de la tonelada de metales ferrosos en el mercado local está en cerca de USD 120, se vende compactada en pedazos pequeños y también se la comercializa en trozos grandes. (Cedeño, 2015)

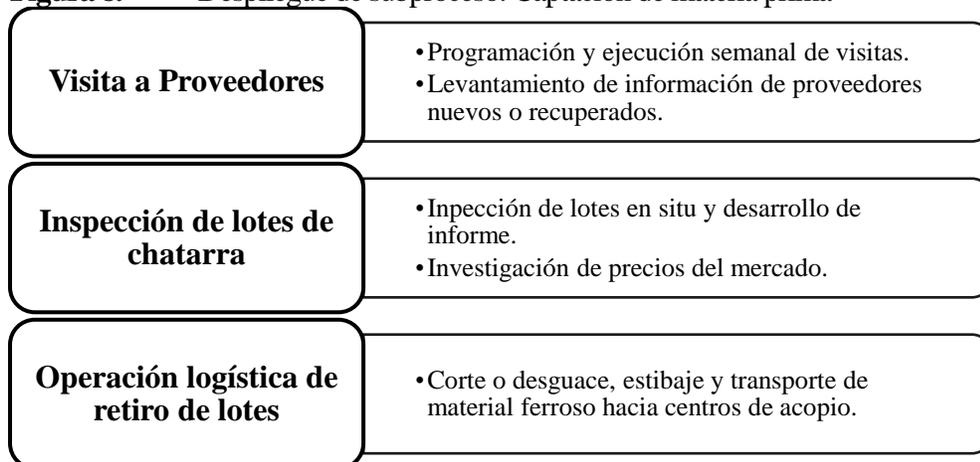
#### *2.2.5. Ciclo de vida del material ferroso*

Los productos reciclados que se utilizan como materia prima para las siderúrgicas, tienen una historia en común, han pasado por un proceso de manufactura para su utilización final, debe someterse a una preparación previa. (Ramírez, 2017)

**Captación de materia prima:** como en cualquier tipo de negocio de reciclaje existe una red de proveedores (chatarreros o pequeños recicladores), que captan a nivel nacional y almacenan en sus bodegas o patios de chatarra, el material que proviene de construcciones, mermas industriales y la obsolescencia de bienes de consumo.

La compra de material ferroso (chatarra), para el proceso productivo en una siderúrgica que se dedica a la fundición de acero al carbono en un horno eléctrico, se realiza de forma diaria bajo diferentes modalidades de compra a los proveedores y/o pequeños recicladores, y se realiza por compra directa, acuerdo de compra de lotes específicos y procesos de chatarrización vehicular voluntaria.

**Figura 8.** Despliegue de subproceso: Captación de materia prima

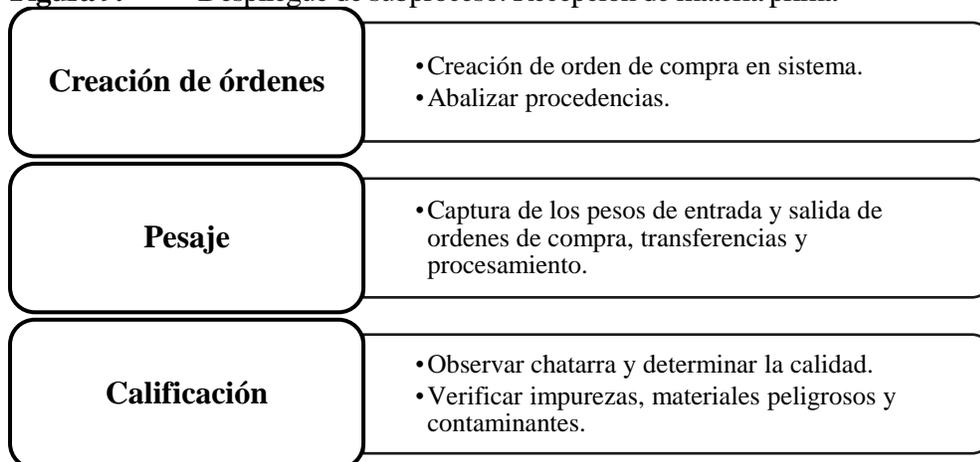


Elaborado por: Los autores

**Recepción de Materia Prima:** El proceso de abastecimiento para la recepción de chatarra, inicia con los proveedores de materia prima, utilizando técnicas de reciclajes, acumulan chatarra en sus bodegas o patios de reciclajes, que pueden estar localizados en cualquier lugar del país. El material ferroso es receptado en cualquiera de los centros de acopio que posee la empresa siderúrgica a nivel nacional, y para dicha actividad cuenta con equipos y maquinarias requeridas, tales como: 1) básculas camioneras; 2) manipuladoras de material ferroso; 3) personal para estibaje del material ferroso; 4) cualquier otro que se necesitare por la naturaleza u origen del material.

Controlar la recepción y clasificación del material suelto que ingresa de manera constante, es complicado por ser el punto donde se separa los elementos que son perjudiciales en el proceso productivo como son: palos, piedras, material electrónico, cobre, ripio o algún otro elemento, además de separar materiales no ferrosos que viene adherida en la chatarra, de lo cual solo agregan costos en el proceso, sin ser utilizados como materia prima, por lo que obliga a penalizar a los proveedores con un porcentaje estimado visualmente, que represente la impureza en (Kg. o Tn.).

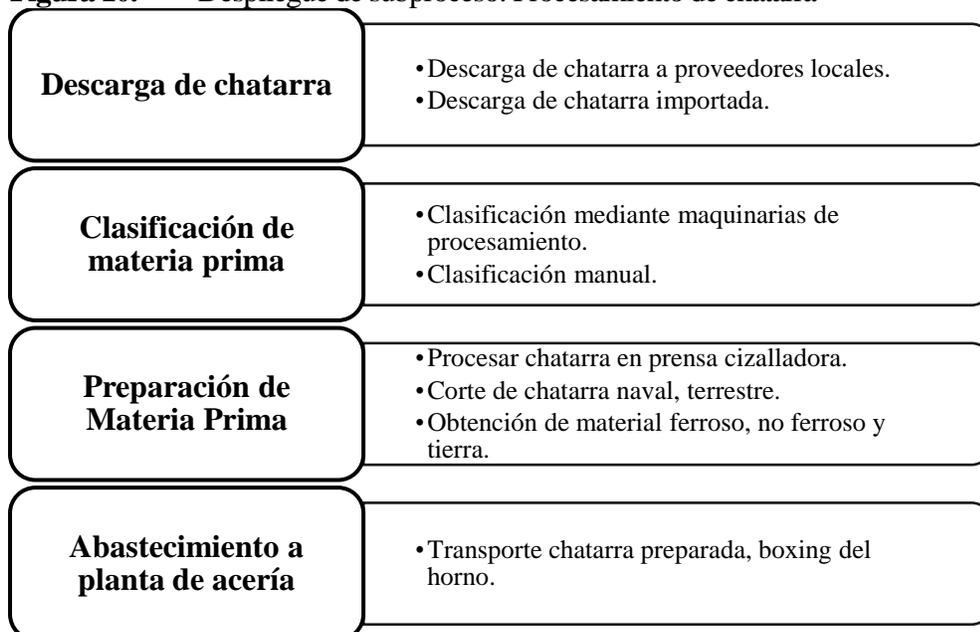
**Figura 9.** Despliegue de subproceso: Recepción de materia prima



Elaborado por: Los autores

**Procesamiento de chatarra:** la chatarra que se adquiere a los proveedores en las plantas siderúrgicas generalmente viene mezclada y contaminada, es inevitable, verificar que no exista elementos contaminantes o peligrosos, como material explosivo, recipientes sellados, entre otros, debido a que puede ocasionar riesgos en el proceso industrial. Luego de esto la chatarra es tomada por las manipuladoras de chatarra, hasta la prensa Cizalla Vezzani, donde separa las impurezas de la chatarra suelta, impurezas propias del proceso y compacta el material óptimo para la fundición.

**Figura 10.** Despliegue de subproceso: Procesamiento de chatarra



Elaborado por: Los autores

**Fundición:** proceso que se encuentra en el área de la acería, lugar donde se almacena la chatarra óptima para utilizar en las cestas, mismas se introducen a un horno de arco eléctrico, donde la carga de chatarra se funde del estado sólido al estado líquido mediante la energía liberada por un arco eléctrico entre electrodos de grafito, a través de la inyección de oxígeno gaseoso y la introducción de un carburante, se logra fundir la chatarra a su alrededor. El oxígeno ayuda entregando más energía y acelerando el proceso de fusión.

**Solidificación:** cuando el acero líquido está libre de escoria, se vierte en otro recipiente, denominado cuchara, en esta etapa se termina de afinar la composición química definitiva, en base al grado de acero que se desee colar. Luego de esto pasa a colada continua donde el acero líquido deseado se vierte en los moldes, dando forma a las palanquillas, de manera continua aprovechando su temperatura de fundición puede laminarse en el tren de laminación continuo, donde se fabrican las varillas de acero soldable en diferente grado de acero, diámetro, dureza; y en el caso de no tener un tren continuo las palanquillas pueden almacenarse como stock de inventario para el área de Laminación en Caliente. El proceso de reciclaje de la chatarra, procesamiento y transformación es de forma cíclica y continuo, ya que el acero es uno de los materiales que no pierde sus propiedades al ser reprocesado.



*Nota:* Esquema proporcionado por la empresa siderarúrgica objeto del estudio.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo de investigación

La investigación se origina por la falta de coordinación en la clasificación de la chatarra en el área de captación y procesamiento en una empresa siderúrgica local, donde se debe determinar un porcentaje estándar aplicable a las impurezas (técnicas o mermas) adheridas a la chatarra. El proceso establecido permite que los materiales de desecho ferroso vuelven a ser introducidos en el proceso de producción y consumo, devolviéndoles su utilidad.

Para resolver el problema planteado existen elementos de carácter cuantitativo que deberán ser analizados, por lo cual Hernández, Fernández & Batista (2014), especifica que existen cuatro tipos de alcances: exploratorio, descriptiva, correlacional y explicativa. Se realizará una investigación exploratoria y descriptiva, para determinar cuál es el tipo de información, respecto a los factores que influyen en este tema de investigación y se recabará información y entrevistas con los responsables, a cargo de cada departamento involucrado de los procesos de recepción y procesamiento de materia prima, a fin de obtener información sobre el problema, estableciendo posibles estrategias de solución.

En la primera fase, tiene un enfoque explorativo que recabará información de toda la actividad que se realiza, en la descarga de los vehículos de los proveedores con chatarra, en la manera que se ha venido trabajando y la repercusión de dicha actividad en la clasificación correcta de los materiales, para determinar el estado actual del objeto de estudio.

En la segunda fase, la investigación se enfoca en un alcance descriptivo buscando especificar la variable cuantitativa, que permita determinar el comportamiento de los niveles de captación, con respecto a cada tipo de chatarra, su parámetro de calidad y su porcentaje de impureza aplicable, en base a la calificación visual que se hace al material ferroso.

En la tercera fase, el alcance de la investigación es correlacional y explicativo. En primer lugar, se determinará como los niveles de impurezas inciden en el stock real del inventario físico de chatarra disponible para el proceso productivo, y posteriormente, se explicará bajo qué condiciones se manifiesta la merma técnica en el inventario, mediante lo cual, se realizará una propuesta de mejora

para estandarización de los procesos de captación y procesamiento de chatarra, a través de instructivos para la evaluación de impurezas y control del stock físico en las bodegas de los centros de acopio de materia prima.

### **3.2. Diseño de Investigación**

Basado en una investigación no experimental se analizará el proceso existente, sin afectar el mismo durante el desarrollo del proyecto, y se planteará nuevas metodologías que permitan diseñar una guía para evaluar el comportamiento del inventario físico, porcentaje de impurezas y mermas técnicas.

El trabajo presentado en este informe se basa en estadísticas, datos recopilados, visitas de campo y comunicaciones con las partes interesadas. Las visitas de campo se realizaron directamente en una industria siderúrgica en la ciudad de Guayaquil, en la que uno de sus pilares fundamentales es la captación de la materia prima (chatarra) para su proceso productivo. En estas visitas de campo el proceso se investigó la capacidad, los pasos del proceso y los resultados deseados.

Los cálculos presentados en este informe se producen en parte con el software MINITAB, y la base de datos de los primeros 10 meses de esta industria siderúrgica. También se han realizado cálculos en base a estimaciones y supuestos establecidos a partir de estadísticas y los datos recopilados.

#### ***3.2.1. Fase I: Definición de herramientas, instrumentos y técnicas para la clasificación de chatarra óptima.***

Esta fase comenzará con la búsqueda y selección bibliográfica de proyectos similares, así como también la identificación de la situación problemática actual en las áreas de Captación y Procesamiento de chatarra, por medio del análisis de los datos históricos y estudio del trabajo, con el fin de adquirir una comprensión del inventario físico, porcentaje de impurezas y mermas técnicas.

### ***3.2.2. Fase II: Medición del comportamiento del inventario.***

En esta segunda fase se realizará el cálculo de los datos históricos del inventario virtual existente de chatarra e impurezas encontradas en la captación y procesamiento de material ferroso. Además, mediante la experimentación se obtendrán datos sobre la calidad de la chatarra para poder definir los componentes físicos y químicos que conforman los materiales almacenados en las bodegas, que inciden en la merma técnica del material y en el control óptimo del stock físico de la materia prima.

### ***3.2.3. Fase III: Análisis de resultados y propuesta de mejora para control del inventario en los almacenes de chatarra.***

En la última fase, con los resultados obtenidos se realizará el diseño de un modelo conceptual de variables y atributos, que permita una acción de control del stock físico real de inventario, así como la elaboración de instructivos de trabajo que permitan estandarizar el proceso en la recepción de chatarra para medir con mayor exactitud los porcentajes de impurezas de acuerdo con la calidad de materiales ferrosos y no ferrosos recibidos.

## **3.3. Unidad de análisis**

El interés se centra en la medición y controles de inventario en el área de captación de materia prima y procesamiento de chatarra. Para el desarrollo de la investigación es necesario delimitar que la principal materia prima utilizada en la empresa siderúrgica objeto de estudio es la chatarra ferrosa.

## **3.4. Población de estudio**

La población de estudio del proyecto es el stock almacenado de materia prima (chatarra) en las bodegas de la empresa siderúrgica, como se muestra en la Figura 12. La chatarra (material ferroso) que se adquiere a los proveedores es la principal materia prima requerida para el proceso productivo de esta empresa siderúrgica. Este material generalmente viene mezclado y/o contaminado, es casi inevitable que no exista impurezas (tierra, óxido, no ferrosos, no metálicos),

elementos contaminantes o peligroso, entre otros, debido a que puede ocasionar riesgos en el proceso industrial.

**Figura 12.** Bodega de almacenamiento de chatarra mixta



*Nota:* Fotografía tomada por los autores durante la investigación.

Según datos históricos, las impurezas adheridas en la chatarra adquirida por el área de Captación y posteriormente preparada en el área de procesamiento de chatarra ha generado un descontrol o desconocimiento del stock físico almacenado en los almacenes.

### **3.5. Tamaño y selección de la muestra**

Se procedió a definir la selección de la muestra según norma INEN-2859 (nivel-H) “Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Programas de muestreo clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote” con el objetivo de poder evaluar los procesos de captación y procesamiento de materia prima, y así actualizar el porcentaje de impurezas que el material contiene.

**Tabla 4.** Código alfabético del tamaño de la muestra

Tamaño del lote	<i>Niveles especiales de inspección</i>				<i>Niveles generales de inspección</i>		
	<i>S-1</i>	<i>S-2</i>	<i>S-3</i>	<i>S-4</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>
2 a 8	A	A	A	A	A	A	B
9 a 15	A	A	A	A	A	B	C
16 a 25	A	A	B	B	B	C	D
26 a 50	A	B	B	C	C	D	E
51 a 90	B	B	C	C	C	E	F
91 a 150	B	B	C	D	D	F	G
151 a 280	B	C	D	E	E	G	H
281 a 500	B	C	D	E	F	H	J
501 a 1.200	C	C	E	F	G	J	K
1.201 a 3.200	C	D	E	G	H	K	L
3.201 a 10.000	C	D	F	G	J	L	M
10.001 a 35.000	C	D	F	H	K	M	N
35.001 a 150.000	D	E	G	J	L	N	P
150.001 a 500.000	D	E	G	J	M	P	Q
500.001 y más	D	E	H	K	N	Q	R

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización - INEN

**Tabla 5.** Planes de muestreo simple para una inspección normal

Letra	Código del tamaño de la muestra	Tamaño de la muestra
	A	2
	B	3
	C	5
	D	8
	E	13
	F	20
	G	32
	H	50
	J	80
	K	125
	L	200
	M	315
	N	500
	P	800
	Q	1250
	R	2000

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización - INEN

Se aclara que lo realizado es un muestreo referencial efectuado con la chatarra voluminosa que ingresa en la captación diaria y que es almacenada para su procesamiento antes de ser llevada al horno. Por lo cual, se excluyen de este análisis otros tipos de chatarra que son materiales listos para el horno (ver Figura 13), las cuales por su naturaleza no ingresan en este grupo de evaluación, ya que poseen porcentajes de impurezas relativamente bajos, tales como: chatarra estañada, chatarra para corte u otros.

**Figura 13.** Chatarra lista para el horno



*Nota:* Fotografía tomada por los autores durante la investigación.

### **3.6. Métodos de investigación**

#### **3.6.1. Método deductivo - inductivo**

De acuerdo con este método, se ha realizado la investigación en el área de Captación de Materia Prima, determinando las causas y consecuencias que se presentan al momento de la descarga de chatarra en los vehículos de los proveedores.

### **3.6.2. Método analítico**

Se vio la necesidad de determinar cuál era el problema, al clasificar y tratar la chatarra, una vez que estaba en los patios de procesamiento, comprobando como los niveles de impurezas inciden en el comportamiento de los inventarios físicos con los virtuales.

## **3.7. Técnicas e instrumentos de investigación**

### **3.7.1. Técnica de investigación documental**

Se realizó la búsqueda de contenido científico a través de fuentes bibliográficas sobre procedimientos de almacenamiento, procesamiento, limpiezas del material con las impurezas, cuyos contenidos estén relacionados con el tema a tratar.

Mediante bibliografías, artículos de investigación, recolección de datos, se sustentará el tema objeto de estudio.

### **3.7.2. Técnica de investigación de campo**

Esta técnica permitió recolectar datos, registros históricos con referencia a la recepciones diarias de material ferroso en las instalaciones de la siderúrgica, con la cual se procedió a la elaboración de cuadros estadísticos, que determinaron las impurezas generadas desde la captación, hasta la preparación de la chatarra en el área de procesamiento, para efectos de comparación y determinación de chatarra adquirida, contra chatarra óptima y porcentaje de impurezas (tierra, basura, oxidación adherida al material).

## **3.8. Análisis de la información**

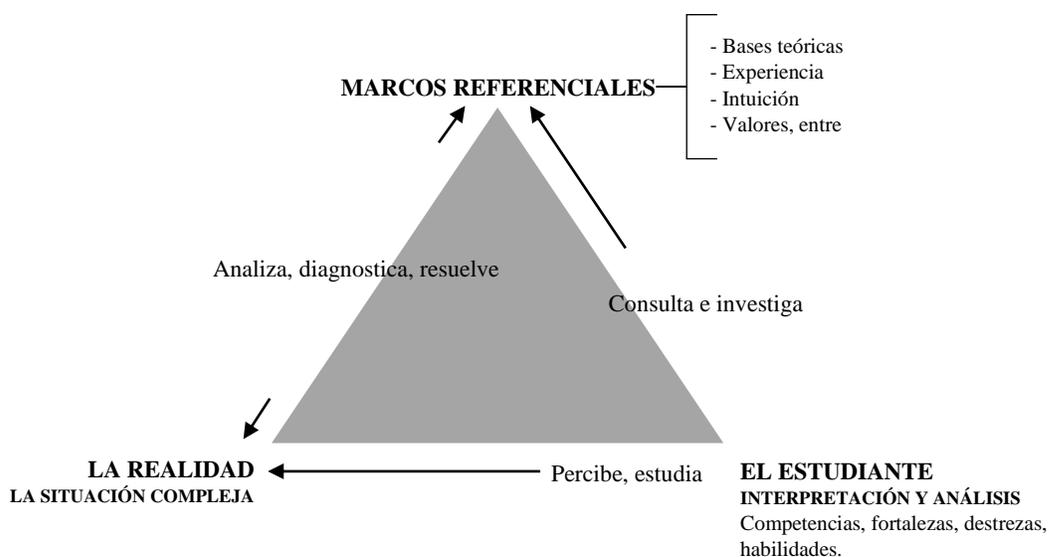
El proceso de análisis de esta investigación se caracterizó por la utilización preferente de la triangulación, la cual es una técnica de análisis de datos que se refiere al uso de varios métodos (tanto cuantitativos como cualitativos), de fuentes de datos, de teorías, de investigadores o de ambientes en el estudio de un fenómeno. Es un procedimiento que disminuye la posibilidad de malentendidos al producir información redundante durante la recolección de datos; pero no sólo sirve para validar la información, sino que se utiliza para ampliar y profundizar su comprensión.

Denzin (5) describe cuatro tipos de triangulación: la metodológica, la de datos, la de investigadores y, por último, la de teorías, las cuales se describen a continuación.

Se utilizaron los siguientes métodos de triangulación:

- La Triangulación de datos: Supone el empleo de estrategias para la recolección de datos en diversas muestras poblacionales y en diferentes fuentes de información.
- La Triangulación de investigadores: Esta técnica se orienta a establecer estrategias que permitan incrementar la calidad y validez de los datos eliminando el sesgo del análisis del investigador único, mediante el empleo del criterio y análisis de varios observadores, provenientes de diversas áreas del saber.
- La Triangulación del conocimiento: En la aplicación de esta metodología cada individuo interpreta y asume su realidad de diferente manera. El carácter relativo al que llega la verdad científica es producto de la interacción personal del investigador, con el contenido de los hallazgos de su investigación. El investigador podrá aplicar los recursos, habilidades y competencias que haya desarrollado en su etapa de formación académica (Meza, 2016)

**Figura 14.** Triangulación del conocimiento



*Fuente: Meza, 2016.*

El presente trabajo de investigación ha sido realizado en base a la teoría de la triangulación del conocimiento de acuerdo con los siguientes puntos:

a) Marcos Referenciales: Se ha empleado abundante información proveniente de bases teóricas, documentos de la industria y del sector, la experiencia e intuición.

b) La Realidad: Para este efecto se emplea el criterio de expertos de la industria siderúrgica del país, y se realiza el contraste con información proveniente de los procesos de captación y procesamiento de chatarra en la empresa siderúrgica objeto del estudio, con el fin de incrementar y profundizar el nivel de análisis.

c) El Estudiante (Investigador): Se emplea el análisis y la interpretación de todo lo recabado en las otras aristas del proceso de triangulación, con un alto enfoque en el tema comercio internacional en el cual radica la fortaleza del investigador y de la cual se pueden obtener interesantes conclusiones relevantes sobre el tema de estudio.

### **3.9. Hipótesis**

#### ***3.9.1. Hipótesis general***

Es posible desarrollar un modelo de control de inventario para determinar la merma técnica e impurezas que inciden en los procesos de captación y procesamiento de chatarra de una empresa siderúrgica.

#### ***3.9.2. Hipótesis específicas***

- a. La identificación de un modelo de control permite mejorar la clasificación de material ferroso en base a la tipología y layout de almacenes.
- b. El sistema de control y auditorías de inventario permiten demostrar con mayor exactitud el stock físico de chatarra.
- c. Los parámetros de control de calidad permiten conocer los niveles de impurezas en cada tipo de chatarra.

### 3.10. Identificación de variables

En la formulación de hipótesis se identificaron sus variables independientes y dependientes, que se detallan a continuación:

**Tabla 6.** Identificación de las variables

<b>Hipótesis General</b>	<b>Variables</b>
El desarrollo de un modelo de control de inventario puede determinar la merma técnica e impurezas que incide en los procesos de captación y procesamiento de chatarra de una empresa siderúrgica.	VI: Modelo de control de inventario. VD: Merma técnica e impurezas
<b>Hipótesis Específicas</b>	<b>Variables</b>
La identificación de un modelo de control permite mejorar la clasificación de material ferroso en base a la tipología y layout de almacenes.	VI: Modelo de control de almacenes. VD: Clasificación de material ferroso por tipología y layout de almacenes.
El sistema de control y auditorías de inventario permiten demostrar con mayor exactitud el stock físico de chatarra.	VI: Sistema de control y auditoría de inventario. VD: Mayor exactitud del stock físico.
Los parámetros de control de calidad permiten conocer los niveles de impurezas en cada tipo de chatarra.	VI: Parámetros de control de calidad. VD: Niveles de Impurezas.

*Nota:* VD: Variable dependiente; VI: Variable independiente  
Elaborado por: Los autores

### 3.11. Operacionalización de variables

Las operaciones necesarias para la medición de las variables de las hipótesis en la investigación se detallan en la Tabla 7. En el mismo se determina una definición conceptual que parte de la teoría y una definición operacional que se refiere al contexto en el que se desarrolla la investigación. Además, se establece la dimensión de cada variable que direcciona al objeto de interés a ser medido y el indicador que indica como se va a medir.

### **3.12. Matriz de consistencia**

En la Tabla 8 se resume la planificación de la investigación que se ha llevado a cabo, donde se puede evidenciar que se parte de la descripción de los problemas para el planteamiento de las hipótesis. Posteriormente se identificaron las variables, los indicadores y las técnicas e instrumentos que se utilizaron para la recolección de datos.

**Tabla 7.** Operacionalización de las variables

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
a1. VI: Modelo de control de almacenes.	Sistematización en un proceso mediante métodos y herramientas que permiten un control efectivo del stock físico de MP.	Sistema que permita el reconocimiento de materiales ferrosos y no ferrosos recibida en la compra de materia prima.	Estructura departamental	Compra diaria (Tn). Impurezas recibidas (Tn). % de impurezas mensual. Chatarra óptima (Tn).
a2. VD: Clasificación de material ferroso por tipología y layout de almacenes.	El material ferroso de acuerdo con sus características (dimensiones, espesor) es clasificado en diferentes categorías.	Se refiere a la selección y clasificación de la chatarra ingresada, en función de tipos, volúmenes y cantidades.	Gestión del Proceso de Captación y Procesamiento	Cantidad (Tn). Tipo de Chatarra (A, B, C). Disponibilidad de material para la preparación (1,2,3,4)
b1. VI: Sistema de control y auditoría de inventario.	Proceso que permite comprobar el correcto registro, flujo y valuación de los inventarios, y la correcta aplicación de métodos y técnicas de administración de inventarios.	Se refiere al procesamiento de los resultados de la estimación de los pesos de la materia prima, densidad (Tn/m <sup>3</sup> ), costo unitario, porcentajes de impurezas	Material óptimo procesado.	Tonelajes óptimos por tipo de calidad. Porcentajes de merma técnica en el proceso.
b2. VD: Mayor exactitud del stock físico.	Valoración de la materia prima almacenada en bodegas de la empresa siderúrgica, en base a los precios del mercado nacional e internacional.	Es una tarea que requiere nivel de cooperación e integración entre las áreas, con el fin de disminuir las pérdidas para cada parte.	Inventarios Físicos de Chatarra	Clasificación de chatarra por tipología. Valoración de resultados.
c1. VI: Parámetros de control de calidad.	Son variables o atributos característicos del material evaluado, que permiten determinar la calidad de este para su uso en el proceso productivo.	Análisis químico y físico de la composición de los materiales muestreados de acuerdo con las especificaciones de la norma.	Control del Proceso	% impurezas físicas. Total óptimo de chatarra
C2. VD: Niveles de Impurezas.	Magnitud que permite evaluar la presencia de componentes no requeridos para el proceso productivo, tales como materiales no ferrosos, no metálicos, presencia de corrosión o productos contaminantes.	Determinación de la estandarización del porcentaje de impurezas en la calidad de la chatarra.	Generalización de los niveles de impurezas.	Porcentaje de Impureza.

Elaborado por: Los autores

**Tabla 8.** Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Indicadores	Técnicas/Instrumentos de recolección de datos
¿Es factible desarrollar un modelo de control de inventario para determinar la merma técnica e impurezas que inciden en los procesos de captación y procesamiento de chatarra de una empresa siderúrgica?	Desarrollar un modelo de control de inventario para determinar la merma técnica e impurezas que inciden en los procesos de captación y procesamiento de chatarra de una empresa siderúrgica.	El desarrollo de un modelo de control de inventario puede determinar la merma técnica e impurezas que incide en los procesos de captación y procesamiento de chatarra de una empresa siderúrgica.	VI: Modelo de control de inventario. VD: Merma técnica e impurezas		<p><b>MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Inductivo</li> <li>*Deductivo,</li> </ul> <p><b>INSTRUMENTOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Base de Datos.</li> <li>*Reporteador Integrado del ERP.</li> <li>* Formatos</li> </ul>
¿Cómo identificar un método de control que se ajuste a la empresa para la clasificación de material ferroso en base a la tipología y layout de almacenes?	Identificar un método de control que se ajuste a la empresa para la clasificación de material ferroso en base a la tipología y layout de almacenes.	La identificación de un modelo de control permite mejorar la clasificación de material ferroso en base a la tipología y layout de almacenes.	VI: Modelo de control de almacenes. VD: Clasificación de material ferroso por tipología y layout de almacenes.	<p>Compra diaria (Tn).</p> <p>Tipo de Chatarra (A, B, C)</p> <p>Impurezas diarias recibidas (Tn).</p> <p>% de impurezas mensual.</p> <p>Chatarra óptima (Tn).</p> <p>Disponibilidad de material para la preparación (1,2,3,4)</p>	<p><b>TÉCNICAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Técnica de Investigación Documental.</li> <li>* Técnica de Investigación de Campo.</li> </ul>
¿Cómo se puede establecer un sistema de control y auditorías de inventario para demostrar con exactitud el stock físico de chatarra?	Establecer un sistema de control y auditorías de inventario para demostrar con exactitud el stock físico de chatarra.	El sistema de control y auditorías de inventario permiten demostrar con mayor exactitud el stock físico de chatarra.	VI: Sistema de control y auditoría de inventario. VD: Mayor exactitud del stock físico.	<p>Chatarra óptima (Tn).</p> <p>Porcentajes de merma técnica en el proceso.</p> <p>Clasificación de chatarra por tipología.</p> <p>Valoración del stock.</p>	<p><b>PROCESAMIENTO DE DATOS E INFORMACIÓN:</b></p> <p>Se utilizará una Estadística Descriptiva, con una medida de tendencia central, con media y mediana, para medir los parámetros y ver que sucede con las variables.</p>
¿Cómo determinar los niveles de impureza en cada tipo de chatarra para establecer los parámetros de control de calidad?	Determinar los niveles de impureza en cada tipo de chatarra para establecer los parámetros de control de calidad.	Los parámetros de control de calidad permiten conocer los niveles de impurezas en cada tipo de chatarra.	VI: Parámetros de control de calidad. VD: Niveles de Impurezas.	<p>Impurezas diarias recibidas (Tn)</p> <p>% de impurezas mensual</p> <p>Chatarra óptima (Tn)</p>	

Elaborado por: Los autores

## 4. PROPUESTA DE MODELO DE CONTROL DE INVENTARIO

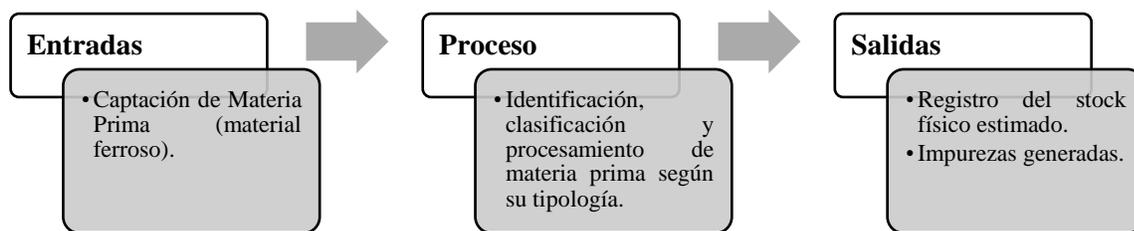
### 4.1. Análisis preliminar

En esta etapa se realizó un análisis preliminar del proceso y de la información obtenida con el propósito de estructurar el presente proyecto.

#### 4.1.1. Identificación del tipo de chatarra clasificación y tipología.

Al ingresar la materia prima, el material debe ser calificado y clasificado según sus características físicas. Así mismo deben sufrir una separación inicial de los componentes que no son necesarios para el proceso productivo (materiales no ferrosos, no metálicos u otros materiales que pueden recuperarse) o impurezas (tierra, óxidos) que se deben ser desechados.

**Figura 15.** Descripción del sistema de gestión de inventarios



Elaborado por: Los autores

#### 4.1.2. Clasificación A, B, C de la materia prima

Este método se utiliza para determinar que materiales en los inventarios genera la mayor inversión financiera. Lo que realiza la técnica es una clasificación de materiales en importante, vitales y triviales. Para los materiales considerados como importante es necesario ejercer una mayor concentración de atención, vigilancia y control.

Se realizó un recorrido por los patios o bodegas de materia prima (chatarra) y se identificaron los siguientes materiales:

- Material Cizallado: material que se ha realizado un tratamiento de corte.
- Material Suelto: Material en bruto, almacenado de forma directa como entrega el proveedor.
- Material Fragmentado: chatarra triturada importada, homogénea.

- Material contaminado con Tierra: Acumulación de chatarra con tierra.
- Material contaminado con basura y tierra: material que se visualiza presencia de plásticos y otros materiales no ferrosos.

La clasificación por importancia A, B, C se divide en tres artículos: A (chatarra lista para el horno), B (chatarra estructural) y C (chatarra suelta).

**Tabla 9.** Características para definición de tipología y clasificación del material

	<b>Tipo A</b>	<b>Tipo B</b>	<b>Tipo C</b>
<i>Descripción</i>			
<i>Proceso de preparación</i>	Ninguno	Oxicorte / Cizalladora	Cizalladora
<i>Dimensiones</i>	Menor o igual a 50x50cm	Más de 50 cm. de longitud	Mayor o igual a 50x50cm
<i>Espesor</i>	Mínimo 3 mm	Entre 3 y 6 mm	Menos de 6 mm
<i>Composición química</i>	<i>El 5% del total de la carga no debe exceder de ALEANTES como: cobre, cromo, níquel, molibdeno, plomo, antimonio.</i>		

Fuente: Empresa Siderúrgica objeto de investigación

**Chatarra tipo A:** Se trata de chatarra que no requiere ningún proceso adicional y puede llevarse directamente al proceso productivo, por esta razón a este tipo de chatarra se la denomina “chatarra lista para el horno”, pues cumple ciertas especificaciones de materiales, espesor y dimensiones. La dimensión máxima de los materiales debe ser de 50x50 cm y poseer un espesor mínimo de chapa de 3mm como se muestra en la Figura 16. Dentro de esta categoría podemos mencionar materiales provenientes de repuestos automotriz, piezas de maquinarias, asas de cilindros de gas, material troquelado, aros de vehículos pesados, entre otros.

**Figura 16.** Chatarra lista para el horno (tipo A)



*Nota:* Fotografía tomada por los autores durante la investigación.

**Chatarra tipo B:** Se trata de chatarra estructural o proveniente de partes de equipos camineros, los cuales poseen una longitud mayor a 50 cm y poseen un espesor mayor a 3mm como se muestra en la Figura 17, lo cual implica que debe realizarse un proceso de corte previo al envío al horno.

**Figura 17.** Chatarra estructural (tipo B)



*Nota:* Fotografía tomada por los autores durante la investigación.

**Chatarra tipo C:** Se trata de chatarra común generada en los hogares o cualquier residuo metálico ferroso como latas sueltas, recipientes de alimentos y pinturas, perchas metálicas, alambrones y mallas de cerramiento, entre otros. Al ser chatarra común es la que representa el mayor ingreso diario en los almacenes de los centros de acopio, y a su vez esta categoría, es la que presenta mayor porcentaje de impurezas al momento de compra.

**Figura 18.** Chatarra suelta (tipo C)



*Nota:* Fotografía tomada por los autores durante la investigación.

**Tabla 10.** Clasificación y tipología de chatarra

	<b>Tipo A</b>	<b>Tipo B</b>	<b>Tipo C</b>
1	Repuestos de taller automotriz	Estructuras metálicas	Lata suelta
2	Piezas de maquinarias	Equipo caminero metálicas	Recipientes alimentos/pintura
3	Recortes de planchas, varillas	Vigas y ángulos	Material de cerrajería
4	Cilindros de gas compactado	Planchas de acero	Alambrón
5	Asas o bases de cilindros de gas	Varillas corrugadas o lisas	Tubos galvanizados
6	Material troquelado	Hierro fundido rompible	Correas
7	Aros de vehículos pesados	Rollos de cable amarrado	Mallas de cerramiento
8	Rollos de alambre amarrados	Pisos de buses	Rollos de viruta
9	Paquetes lata estañada compactada	Chasis de vehículos	Perchas de ángulos
10	Tornillería y repuestos industriales	Tubos de acero	Rollos de alambre suelto

Fuente: Empresa Siderúrgica objeto de investigación

## 4.2. Almacenes

Los almacenes son el espacio físico dentro de la empresa, destinada para almacenar, ubicar y mantener el flujo de mercancías (Zapatero Álvarez, 2011). Las funciones específicas de los almacenes enfocados en nuestro proyecto son las siguientes:

- Recepción de materia prima.
- Almacenamiento.
- Clasificación y procesamiento.
- Abastecimiento de materia prima al horno.

A continuación, se procederá a describir el tipo de almacenes que son identificados en nuestro estudio:

Según la actividad de la empresa siderúrgica, analizaremos particularmente los almacenes de materia prima (chatarra), donde se recibe, almacena y clasifica la chatarra para abastecer al proceso de producción. De acuerdo con el tipo de material las bodegas de chatarra son almacenes a cielo abierto, es decir, carecen de edificación y los espacios están definidos por cercas (Serrano, 2014).

Existen almacenes centrales que sirven como fuentes de suministro de otros almacenes, mismos que son de mayor capacidad y acondicionados para movilizar el material en grandes dimensiones. A su vez hay almacenes de tránsito o de consolidación, los cuales están ubicados estratégicamente y con la finalidad de almacenar el material que ha sufrido algún proceso metalúrgico antes de poder enviarlo al horno.

Además de la planta matriz, donde se realiza todo el proceso productivo, existen centros de acopio a nivel nacional, encargados de almacenar materia prima de puntos estratégicos para ser enviados posteriormente a la planta matriz, con la finalidad de abastecer el tonelaje diario proyectado en la programación de producción.

**Figura 19.** Vista superior de bodegas de almacenamiento de chatarra.



Fuente: Empresa Siderúrgica objeto de investigación

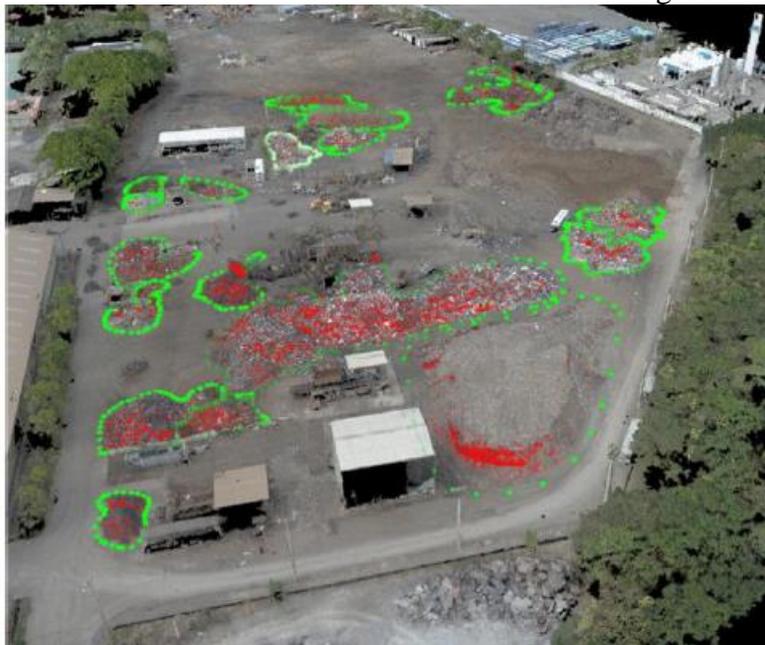
### **4.3. Distribución interna Layout**

La distribución interna adecuada de las instalaciones constituye una parte fundamental para el flujo de materiales en un almacén. Para realizar un correcto Layout en un almacén se debe considerar lo siguiente:

- Tácticas de entrada y salida de productos.
- Tipo de almacenamiento.
- Metodología de transporte.
- Nivel de inventario y rotación de productos.
- Modelo de preparación de pedidos.

Se ha evaluado para poder determinar la distribución de las áreas adecuadas para el almacenamiento de chatarra, con el fin de que estos materiales cuenten con una dimensión que esté acorde al tipo de chatarra, y así estas áreas permitan que se pueda procesar la chatarra por el método más adecuado, ya sea por medio de oxicorte o cizallado.

**Figura 20.** Distribución actual del inventario de chatarra en bodegas de almacenamiento.



Fuente: Empresa Siderúrgica objeto de investigación

Se considera la planificación para la pavimentación en el sector de procesamiento y recepción de chatarra, misma que fue ejecutada en una primera etapa en el año 2020, y ha permitido almacenar chatarra con menor índice de desperdicio o merma.

Ante esto se propone la ejecución de trabajos en el año 2022 para una segunda etapa, correspondiente a los trabajos de pavimentación de un área de 2.916,99 m<sup>2</sup>, en el sector de Procesamiento y Recepción de chatarra nacional en la Planta Matriz, como se muestra en el Anexo 4.

Antes de iniciar los trabajos, se deberá realizar una nivelación del terreno existente mediante una cuadrícula de 5 metros de longitud, que permita una fácil comprobación de la ubicación y niveles de los trabajos a realizar. La información resultante del replanteo y la nivelación será el punto de partida para el control del movimiento de tierra (excavación, relleno y compactación) en todas sus etapas.

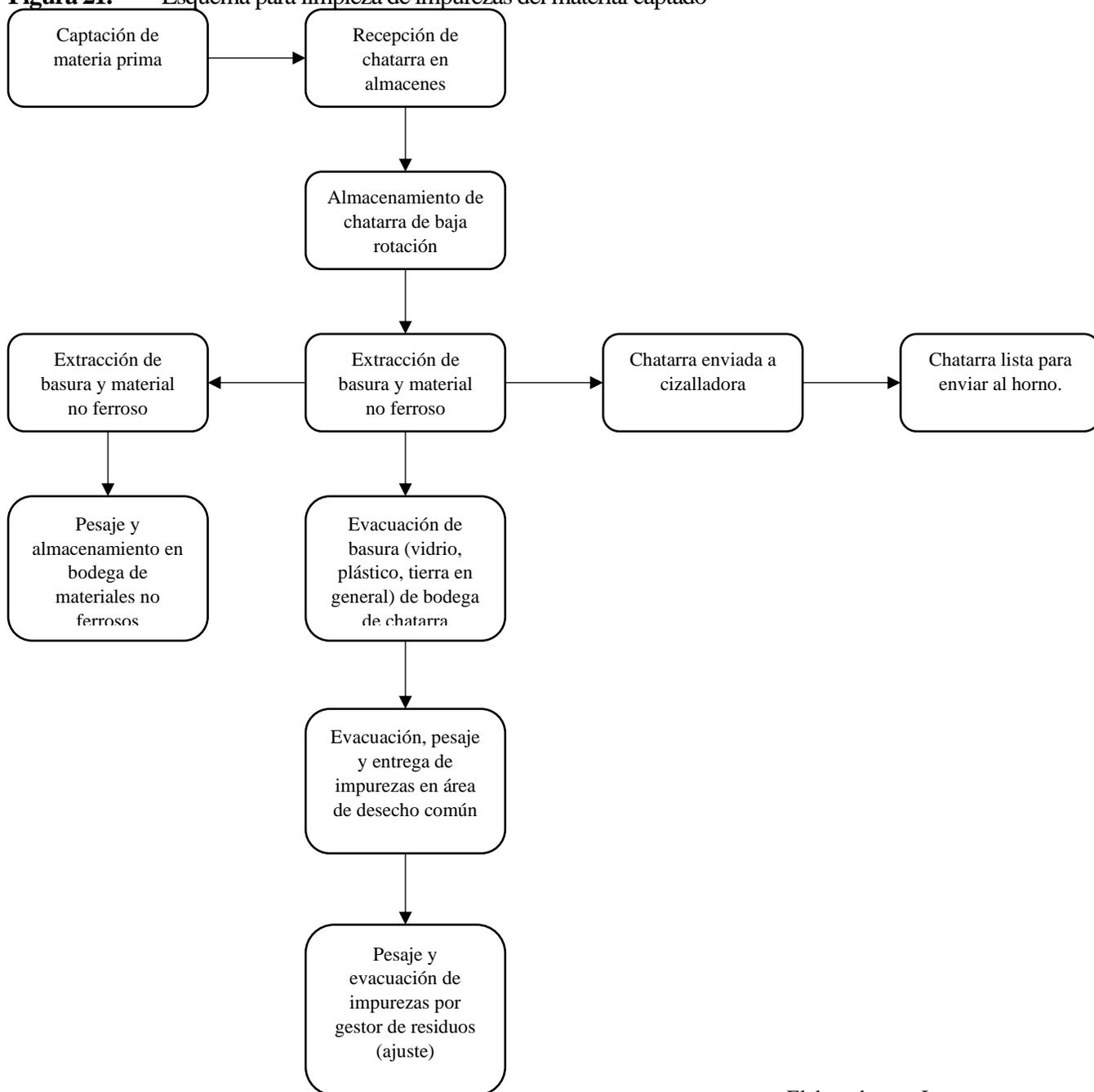
#### **4.4. Impurezas**

Es importante planificar y controlar constantemente los inventarios dentro de la empresa verificando donde será su almacenamiento, prever la demanda mensual para abastecimiento al horno, inspección de inventario físico estimado.

Mediante los datos históricos se pudo detectar fácilmente que la chatarra que es adquirida por la empresa tiene impurezas propias de su naturaleza, misma que luego de ser sometida a su preparación en las máquinas procesadoras para mejorar su densidad y dimensiones, los sistemas de limpieza de dichas máquinas procesadora, se ha podido identificar un porcentaje significativo de impurezas que están inmersas en la chatarra durante la compra de chatarra y que afectan a los procesos productivos y a los inventarios de existencias de chatarra.

Una vez procesada la chatarra, la cantidad de impurezas (tierra y basura) que se ha generado durante los procesos operativos, deberían ser pesados en la báscula del área de trabajo con su respectivo registro mediante tickets y evacuadas por la empresa gestora de residuos o desechos comunes. Posteriormente, mínimo de manera mensual debería solicitarse el ajuste correspondiente de tierra evacuada para poder tener un stock virtual más real comparado con el stock físico.

**Figura 21.** Esquema para limpieza de impurezas del material captado



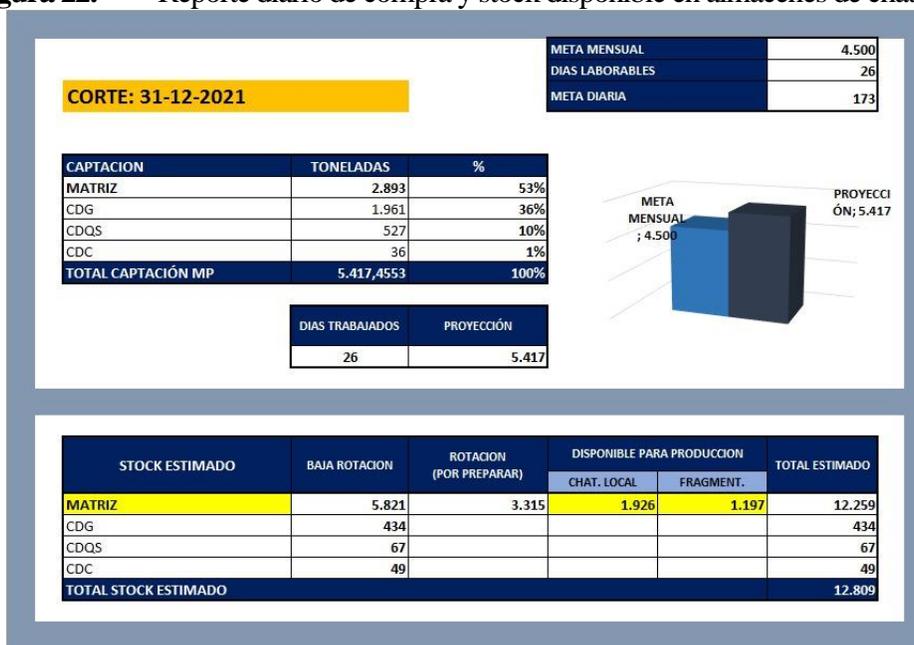
Elaborado por: Los autores

El control virtual y físico de las bodegas de chatarra se ve afectado por la existencia de impurezas y/o mermas, y las acciones no adecuadas para poder controlar la diferencia generadas.

Se propone la implementación de un control interno constante del material comprado a proveedores de chatarra y el consumo de chatarra con el que se abastece al horno de la acería según la programación de producción diaria/mensual:

- 1) Reporte diario de Compra de Materia Prima: En este se podrá registrar diariamente los materiales comprados que ingresan a la planta y a las bodegas sucursales.
- 2) Kardex diario de compra y consumo de chatarra.
- 3) Reporte mensual de Stock de Materia Prima: En este reporte mensual se mostrarán los materiales comprados que ingresan a la planta y a las bodegas sucursales y el stock físico estimado por técnicos/ingenieros expertos del área de procesamiento de chatarra.
- 4) Instructivos de ajuste de bodegas.

**Figura 22.** Reporte diario de compra y stock disponible en almacenes de chatarra.



Fuente: Empresa Siderúrgica objeto de investigación

#### 4.4.1. Preparación de la información

Para diseñar el modelo de control a implementar, se procedió con la selección de la población material ferroso tipo mixta (chatarra suelta tipo B y C), de la chatarra nacional para procesamiento, ingresada en diferentes fechas del mes de julio del año 2021 a los patios de la empresa siderúrgica en su planta Matriz, con el objetivo de determinar los niveles de impureza en cada tipo de chatarra

para establecer los parámetros de control de calidad, previo a cada medición, el técnico de calidad asignado, coordina con los diferentes procesos el uso de equipos, limpieza de las zonas de alimentación de chatarra máquina cizalladora, piso cinta de chatarra procesada y cubeto recolector de impurezas, a fin de poder obtener un resultado de alta confiabilidad.

**Figura 23.** Reporte diario de compra y stock disponible en almacenes de chatarra.



*Nota:* Fotografía tomada por los autores durante la investigación.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Análisis, interpretación de datos

Mediante el muestreo referencial efectuado con la chatarra tipo mixta (voluminosa que ingresa para procesamiento tipo B y C), dejando de lado otros tipos de chatarra que no son consideradas en la evaluación, ya que por su naturaleza poseen % de impurezas relativamente tales como: chatarra lista para el horno, estañada, chatarra para corte.

La medición se inicia con la chatarra que es descargada en piso para abastecimiento de la máquina cizalladora, para luego ser ingresada en el boquete cizallador de la misma máquina y por medio de separación magnética las impurezas caen en el cubeto recolector, por medio de bandas transportadoras, de tal forma que se logra al final de este proceso la separación del material ferroso (chatarra de acero) de las impurezas, tales como (tierra, madera, cauchos, plásticos, asbesto y varios metales no ferrosos).

Se tomaron 200 muestras durante el mes de julio del presente año, asociadas en 4 grupos de pruebas (semanas del mes), con un universo total de chatarra ingresada y pesada en báscula de la empresa siderúrgica de 1.592.590,00 kilogramos (kg), misma que luego de la medición efectuada (separación de impurezas), queda subdividida en 1.539.100,48 (kg.) un (96,49%) de material aprovechable u óptimo y 53.489,52 (kg) un (3,51%) de impurezas, aspectos técnicos que están detallados en las Tablas 11, 12 y 13.

**Tabla 11.** Medición realizada julio 2021 (Kg)

# Muestras	Cantidad por muestra	Chatarra óptima		Impurezas determinadas		Total neto de chatarra recibida
Muestra 1	50	703.186,806	97,23%	20.033,194	2,77%	723.220,000
Muestra 2	50	335.804,964	96,36%	12.685,036	3,64%	348.490,000
Muestra 3	50	170.533,272	96,74%	5.746,728	3,26%	176.280,000
Muestra 4	50	329.575,440	95,64%	15.024,560	4,36%	344.600,000
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>	<b>1.539.100,482</b>	<b>96,49%</b>	<b>53.489,518</b>	<b>3,51%</b>	<b>1.592.590,000</b>

Elaborado por: Los autores

El resultado de la medición realizada, y que se presenta en resumen en la Tabla 12 que se expone a continuación, determina que, de las 200 muestras tomadas durante el mes de julio, con un total 1.592.590,00 (kg.) de chatarra nacional ingresada en la empresa siderúrgica objeto de investigación, el porcentaje promedio de impurezas obtenido es de 3,51% (53.489,52 kg.).

**Tabla 12.** Resultados obtenidos en etapas de medición (Kg)

Etapa I		Etapa II		Etapa III		Impurezas en patio durante metalurgia
Ton.	%	Ton.	%	Ton.	%	
5008,299	<b>0,69%</b>	13021,576	<b>1,80%</b>	2003,319	<b>0,28%</b>	<b>2,77%</b>
3171,259	<b>0,91%</b>	8245,273	<b>2,37%</b>	1268,504	<b>0,36%</b>	<b>3,64%</b>
1436,682	<b>0,82%</b>	3735,373	<b>2,12%</b>	574,673	<b>0,33%</b>	<b>3,26%</b>
3756,140	<b>1,09%</b>	9765,964	<b>2,83%</b>	1502,456	<b>0,44%</b>	<b>4,36%</b>
<b>Promedio impureza</b>						<b>3,51%</b>

Elaborado por: Los autores

**Etapa I.-** impurezas recogidas en la descarga de la chatarra desde los vehículos de los proveedores (camionetas, camiones, plataformas, tráiler) con las manipuladoras en el piso de procesamiento, posterior a eso el abastecimiento y autoconsumo de la máquina cizalladora (Vezzani) con una capacidad de procesamiento de 22 (Tn. /hora).

**Figura 24.** Etapa I – Descarga y carga de chatarra a máquina Cizalladora Vezzani.



*Nota:* Fotografía tomada por los autores durante la investigación.

**Etapa II.-** impurezas obtenidas durante el proceso de cizallado, separación de materiales a través de una cinta evacuadora de residuos, estos materiales no son recogidos por el tambor magnético

existente en su infraestructura, mismos que son acumulados (residuos no metálicos y tierra) en cubeto metálico.

**Figura 25.** Etapa II – Separación de residuos no metálicos y tierra, por tambor magnético.



*Nota:* Fotografía tomada por los autores durante la investigación.

**Etapa III.-** impurezas recogidas en piso al desalojar la chatarra ferrosa óptima a través de la cinta evacuadora principal de máquina cizalladora obtenidas durante el proceso de cizallado, mismos que son evacuados en (bañeras o volquetas) para el proceso de fundición en la acería.

**Figura 26.** Etapa III – Material Cizallado obtenido durante el proceso metalúrgico.



*Nota:* Fotografía tomada por los autores durante la investigación.

El resultado de la medición realizada se presenta a continuación en la siguiente Tabla 13, donde se determina de las 200 muestras tomadas en 4 grupos (cada semana), de un total 1.592.590,00 kilogramos (kg.) de chatarra nacional ingresada en la empresa siderúrgica, el porcentaje promedio de impurezas medido es de 3,51% (53.489,52 kg.)

**Tabla 13.** Resultados obtenidos en la medición de Datos (Kg)

Muestras	Orden	Placa Vehículo	Peso Neto Chatarra (Kg)	Chatarra óptima	Impurezas descontadas	
Grupo # 1	040089228	EBA443	7.410,00	723.220,00	703.186,81	20.033,19
	040089229	GBN079	56.980,00			
	040089230	GEA471	6.510,00			
	040089231	GKC947	22.000,00			
	040089232	IPB615	12.900,00			
	040089233	PCC879	19.270,00			
	040089234	ZBA419	20.330,00			
	040089235	ZBA443	27.300,00			
	040089236	HCE966	39.410,00			
	040089237	IAI553	12.100,00			
	040089238	IAI767	15.570,00			
	040089239	LAI501	11.510,00			
	040089240	PAA279	29.870,00			
	040089241	PAA297	12.940,00			
	040089242	PAA451	28.750,00			
	040089243	PAA497	14.460,00			
	040089244	PAA689	12.250,00			
	040089245	PAA690	13.270,00			
	040089246	PAB239	15.400,00			
	040089247	PAB546	13.040,00			
	040089248	PAB895	34.220,00			
	040089249	PCD176	25.500,00			
	040089250	PCG759	32.610,00			
	040089251	PNN245	26.810,00			
	040089252	PZL986	29.110,00			
	040089253	PZO950	29.300,00			
	040089254	XAA097	40.210,00			
	040089255	XAI778	27.060,00			
	040089285	GBP145	24.160,00			
	040089286	GKC-0947	8.300,00			
	040089288	PNL-0806	1.800,00			
	040089293	GKJ-0588	790,00			
	040089303	GOG-0809	2.890,00			
	040089306	GEA-0828	4.070,00			
	040089309	GDI-0735	3.400,00			
	040089312	GTA-1584	2.040,00			
	040089314	GSL-3707	3.140,00			
	040089315	RBT-0646	2.250,00			
	040089316	PDB-7513	2.370,00			
	040089318	GDG-0667	2.450,00			
	040089325	PDB-7513	2.070,00			
	040089326	GQX-0100	840,00			
	040089328	GDM-0857	3.520,00			
	040089331	GDI-0735	2.560,00			
	040089334	GLN-0846	4.020,00			
	040089337	PDB-7513	1.090,00			
	040089341	GKG-0835	3.920,00			
	040089343	GQV-0223	5.460,00			
	040089344	GTA-1584	3.560,00			
	040089354	IPB-1316	2.430,00			

<b>Muestras</b>	<b>Orden</b>	<b>Placa Vehículo</b>	<b>Peso Neto Chatarra (Kg)</b>	<b>Chatarra óptima</b>	<b>Impurezas descontadas</b>
Grupo 2	040089357	GSH-4283	3.080,00	<b>348.490,00</b>	<b>335.804,96</b>
14-jul-2021	040089362	IBA-6547	2.210,00		<b>12.685,04</b>
	040089363	RBT-0646	2.680,00		
	040089364	PNL-0806	2.540,00		
	040089365	PAO-0916	14.740,00		
	040089366	MBA-0435	3.060,00		
	040089367	PCH-6516	8.010,00		
	040089369	GSJ-1297	3.270,00		
	040089371	GSN-3342	3.570,00		
	040089374	RBT-0646	2.650,00		
	040089375	GDI-0735	4.210,00		
	040089377	GHZ-0099	4.940,00		
	040089381	GDI-0735	2.850,00		
	040089382	GKX-0462	1.550,00		
	040089390	RBT-0646	1.900,00		
	040089391	GSC217	26.510,00		
	040089391	PAA996	48.570,00		
	040089391	PAB858	15.120,00		
	040089391	PAC017	47.680,00		
	040089391	PAO916	27.880,00		
	040089392	IBA-6547	2.900,00		
	040089395	GDI-0735	2.480,00		
	040089398	GTA-1997	1.270,00		
	040089399	GJB-0562	3.920,00		
	040089403	OCA-0617	4.000,00		
	040089404	PNL-0806	2.630,00		
	040089412	RBT-0646	1.860,00		
	040089418	OCA-0617	2.250,00		
	040089455	PQH330	20.680,00		
	040089457	MBA-0435	4.240,00		
	040089459	GDI-0735	3.540,00		
	040089461	RBT-0646	950,00		
	040089462	PCH-6516	3.880,00		
	040089465	GDM-857	6.650,00		
	040089471	GSC301	3.930,00		
	040089474	GKG-835	10.910,00		
	040089476	GPN-0641	2.160,00		
	040089478	GLN-0846	5.580,00		
	040089479	GPB-0765	4.490,00		
	040089480	GKP-0116	3.520,00		
	040089481	IPB-1316	2.380,00		
	040089489	IBA-6547	3.010,00		
	040089490	GOG-0809	3.040,00		
	040089491	PNL-0806	2.340,00		
	040089492	GSN-3342	3.720,00		
	040089494	GRC-0230	4.380,00		
	040089495	GSE-8691	4.000,00		
	040089499	PGT-321	1760,00		
	040089500	GOG-0809	2.620,00		
	040089502	IPB-1316	2.380,00		

<b>Muestra</b>	<b>Orden</b>	<b>Placa Vehículo</b>	<b>Peso Neto Chatarra (Kg)</b>	<b>Chatarra óptima</b>	<b>Impurezas descontadas</b>
Grupo 3	040089503	MBA-0435	3.750,00	<b>176.280,00</b>	<b>170.533,27</b>
20-jul-2021	040089505	PNL-0806	3.280,00		<b>5.746,73</b>
	040089506	GTA-1584	4.970,00		
	040089509	GDI-0735	2.390,00		
	040089511	GHS-0774	1.620,00		
	040089512	GSM-9635	1.220,00		
	040089514	PCN-0740	2.760,00		
	040089515	GQU-0148	6.390,00		
	040089517	GKX-0462	2.100,00		
	040089518	GKD-0564	3.820,00		
	040089519	RBT-0646	4.280,00		
	040089521	GQP-0018	2.490,00		
	040089522	GQY-0532	2.380,00		
	040089523	IBA-6547	3.390,00		
	040089527	GIX-0919	2.650,00		
	040089529	OCA-0617	2.980,00		
	040089531	GPB-0765	1.250,00		
	040089533	GPH-0542	3.580,00		
	040089536	GOG-0809	2.510,00		
	040089537	GSL-3707	1.570,00		
	040089538	PNL-0806	1.430,00		
	040089539	GQY-0532	3.180,00		
	040089540	GNC-0191	2.580,00		
	040089547	IPB-1316	2.450,00		
	040089548	IBA-6547	3.060,00		
	040089550	GNC-0191	1.530,00		
	040089551	GTA-1584	3.610,00		
	040089552	GKD-0564	3.720,00		
	040089821	GJB-0562	2.630,00		
	040089824	PNL-0806	4.460,00		
	040089825	GDI-0735	4.370,00		
	040089826	PSY-0083	2.160,00		
	040089828	GPE-0854	3.980,00		
	040089829	PSY-0083	3.420,00		
	040089835	PCH-6516	4.250,00		
	040089836	GTA-1584	8.290,00		
	040089839	IPB-1316	3.150,00		
	040089840	IBA-6547	3.710,00		
	040089841	GPE-0854	4.310,00		
	040089844	PCL-8854	2.140,00		
	040089853	RBT-0646	2.350,00		
	040089859	GPE-0854	4.100,00		
	040089862	GKX-0462	1.590,00		
	040089867	GBO-7853	7.420,00		
	040089868	GSL-3707	5.510,00		
	040089872	GSH-4283	3.210,00		
	040089873	IPB-1316	3.420,00		
	040089875	SBD-0173	15.120,00		
	040089878	GTA-1584	3.160,00		
	040089883	PCL-8854	2.590,00		

Grupo	Orden	Placa Vehículo	Peso Neto Chatarra (Kg)	Chatarra óptima	Impurezas descontadas
Grupo 4	040089884	IBA-6547	4.050,00	<b>344.600,00</b>	<b>329.575,44</b>
26-jul-2021	040089886	GSN-3342	2.590,00		<b>15.024,56</b>
	040089888	GSL-3707	3.160,00		
	040089890	PAB858	14.210,00		
	040089892	AAX246	17.440,00		
	040089893	GBN148	13.690,00		
	040089893	PAB195	13.020,00		
	040089893	PAC017	12.760,00		
	040089893	PPB729	13.810,00		
	040089893	PQH330	12.680,00		
	040089893	XAF664	15.160,00		
	040089896	GKX-0462	2.200,00		
	040089897	GTA-1788	2.010,00		
	040089900	GDI-0735	3.200,00		
	040089904	GSM-9635	1.560,00		
	040089917	MBA-0435	3.180,00		
	040089919	GJE-0954	3.780,00		
	040089924	OAA153	16.910,00		
	040089925	GKX-0462	2.040,00		
	040089928	PDB-7513	4.230,00		
	040089933	GPE-0854	4.020,00		
	040089941	IPB-1316	2.660,00		
	040089942	IBA-6547	3.100,00		
	040089950	NBE-0053	1.660,00		
	040089960	GDM-0857	3.660,00		
	040089961	IBA-6547	3.050,00		
	040089962	PBX-5475	15.110,00		
	040089968	PAB-4195	12.830,00		
	040089972	GRX-3320	1.760,00		
	040089975	GBN-9148	13.150,00		
	040089976	PPB-0729	18.110,00		
	040089985	PQH-0330	17.400,00		
	040089987	GFJ-0027	2.090,00		
	040089988	MBA-0435	3.000,00		
	040089993	PAB-2385	15.040,00		
	040089994	GDI-0735	2.270,00		
	040090000	RBT-0646	2.250,00		
	040090003	GDK-0564	4.420,00		
	040090008	PBD-7513	1.570,00		
	040090010	GKJ-0588	2.290,00		
	040090011	GQV223	3.760,00		
	040090012	GSC156	14.080,00		
	040090018	ZBA-1443	2.290,00		
	040090020	MBA-0435	2.900,00		
	040090021	VBA-0853	570,00		
	040090022	GSN-3342	3.570,00		
	040090023	GHM-0626	3.140,00		
	040090024	PAA355	16.500,00		
	040090025	GDI-0735	4.250,00		
	040090026	OCA-0617	2.420,00		

Elaborado por: Los autores

Luego de realizar la experimentación y determinar el porcentaje aplicable a este proceso, se procede a realizar modelación con la herramienta estadística Minitab, para el porcentaje aplicado por el Técnico de Calificación de chatarra en el proceso de captación y el porcentaje de impureza obtenido para procesamiento.

Para esto se utiliza la data de los ingresos diarios durante el segundo y tercer trimestre del año 2021 y proceder a demostrar los siguientes parámetros:

- 1) Normalidad de los datos.
- 2) Análisis de distribución normal.
- 3) Prueba de hipótesis.
- 4) Estadística descriptiva.
- 5) Carta de Control.

## 5.2. Experimentación

### 5.2.1. Normalidad de los datos

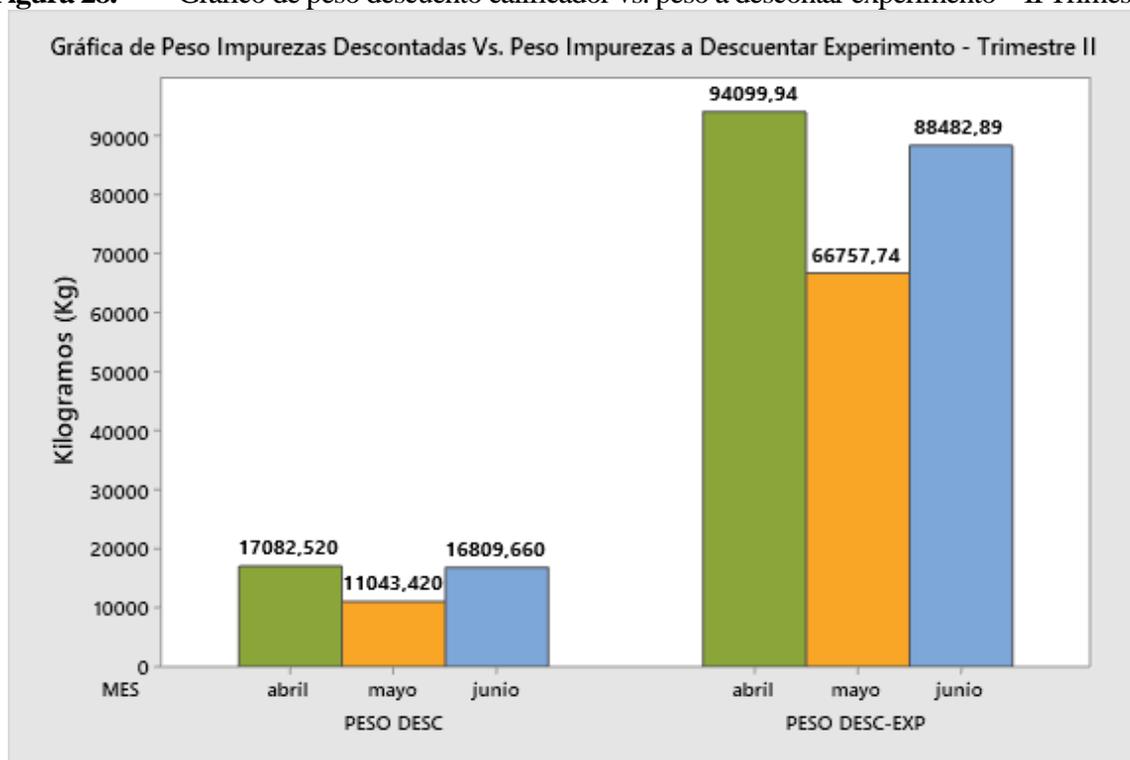
Previo al analizar la normalidad de los datos, en la experimentación se utilizó la herramienta estadística Minitab y se procedió apilar los datos de manera mensual de las impurezas en kg. (% calificador - % del experimento), se realizó el comparativo por trimestre y de forma general entre ambas categorías.

**Figura 27.** Aplicación de datos de impurezas – II Trimestre.

+	C1	C2	C3-D	C4	C5	C6-D	C7	C8	C9-D	C10	C11-T	C12	C13
	ABRIL	ABRIL-EXP		MAYO	MAYO-EXP		JUNIO	JUNIO-EXP		PESO DESC		PESO DESC-EXP	
1	13,160	65,99	abril	19,850	139,347	mayo	60,600	106,35	junio	13,160	PESO DESC	65,99	PESO DE
2	23,300	163,57	abril	9,150	64,233	mayo	43,400	76,17	junio	23,300	PESO DESC	163,57	PESO DE
3	274,500	64,23	abril	6,780	118,989	mayo	9,300	54,41	junio	274,500	PESO DESC	64,23	PESO DE
4	35,630	178,66	abril	9,960	116,532	mayo	2,800	19,66	junio	35,630	PESO DESC	178,66	PESO DE
5	21,500	75,47	abril	4,020	70,551	mayo	11,220	131,27	junio	21,500	PESO DESC	75,47	PESO DE
6	25,700	90,21	abril	7,360	129,168	mayo	12,450	145,66	junio	25,700	PESO DESC	90,21	PESO DE
7	30,200	106,00	abril	1,020	11,934	mayo	7,400	64,94	junio	30,200	PESO DESC	106,00	PESO DE
8	35,040	102,49	abril	4,540	79,677	mayo	6,640	29,13	junio	35,040	PESO DESC	102,49	PESO DE
9	23,100	162,16	abril	10,500	73,710	mayo	13,200	115,83	junio	23,100	PESO DESC	162,16	PESO DE
10	7,560	88,45	abril	5,910	69,147	mayo	40,600	142,51	junio	7,560	PESO DESC	88,45	PESO DE
11	4,460	78,27	abril	4,940	86,697	mayo	24,500	122,85	junio	4,460	PESO DESC	78,27	PESO DE
12	3,840	67,39	abril	61,500	43,173	mayo	46,700	163,92	junio	3,840	PESO DESC	67,39	PESO DE
13	28,860	168,83	abril	11,100	77,922	mayo	11,280	131,98	junio	28,860	PESO DESC	168,83	PESO DE
14	44,700	156,90	abril	41,940	81,783	mayo	5,280	46,33	junio	44,700	PESO DESC	156,90	PESO DE
15	19,600	68,80	abril	42,750	500,175	mayo	10,410	121,80	junio	19,600	PESO DESC	68,80	PESO DE
16	10,570	53,00	abril	19,850	139,347	mayo	11,000	38,61	junio	10,570	PESO DESC	53,00	PESO DE
17	295,500	69,15	abril	111,250	156,195	mayo	9,560	83,89	junio	295,500	PESO DESC	69,15	PESO DE
18	20,700	48,44	abril	14,700	171,990	mayo	25,060	439,80	junio	20,700	PESO DESC	48,44	PESO DE

Fuente: Minitab

**Figura 28.** Gráfico de peso descuento calificador vs. peso a descontar experimento – II Trimestre



Fuente: Minitab

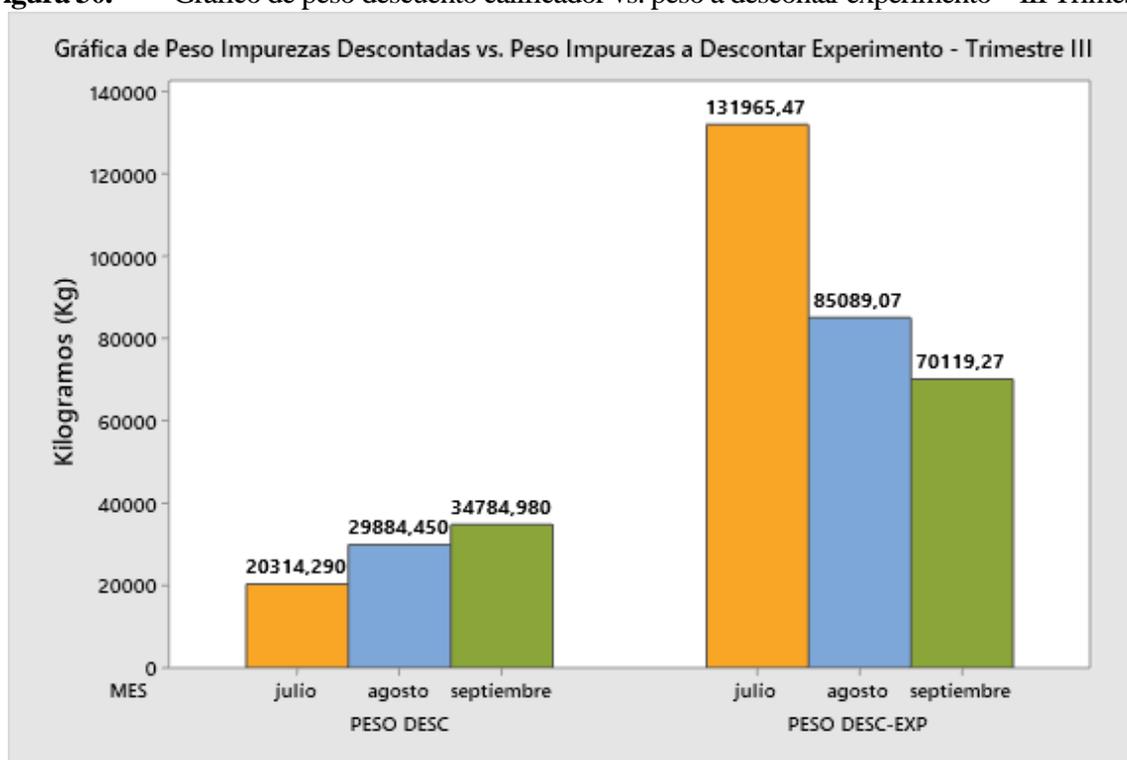
En la *Figura 29*, se utiliza gráfica de barras donde se observa en la parte superior izquierda la categoría de los kilogramos descontados visualmente en cada compra, en la parte superior derecha la categoría de los kilogramos aplicando el porcentaje promedio de impurezas medido de 3,51% en cada compra, en la parte inferior se ve el aglomerado entre el antes y el mejorado con la experimentación del segundo trimestre.

**Figura 29.** Aplicación de datos de impurezas – III Trimestre

+	C1	C2	C3-D	C4	C5	C6-D	C7	C8	C9-D	C10	C11-T	C12
	JULIO	JULIO-EXP		AGOSTO	AGOSTO-EXP		SEPTIEMBRE	SEPTIEMBRE-EXP		PESO DESC		PESO DESC-
1	7,410	260,09	julio	82,470	964,90	agosto	171,990	464,37	septiembre	7,410	PESO DESC	26
2	505,840	2000,00	julio	23,680	415,58	agosto	33,100	116,18	septiembre	505,840	PESO DESC	200
3	13,020	228,50	julio	19,100	335,20	agosto	8,310	97,23	septiembre	13,020	PESO DESC	22
4	265,100	772,20	julio	18,360	161,11	agosto	9,760	85,64	septiembre	265,100	PESO DESC	77
5	103,200	452,79	julio	16,860	447,17	agosto	104,750	147,07	septiembre	103,200	PESO DESC	45
6	18,990	676,38	julio	47,520	416,99	agosto	25,560	149,53	septiembre	18,990	PESO DESC	67
7	158,610	713,58	julio	22,660	397,68	agosto	15,600	182,52	septiembre	158,610	PESO DESC	71
8	10,600	958,23	julio	53,730	628,64	agosto	8,220	96,17	septiembre	10,600	PESO DESC	95
9	166,060	1383,29	julio	32,780	1195,51	agosto	38,550	90,21	septiembre	166,060	PESO DESC	138
10	48,400	424,71	julio	18,700	656,37	agosto	51,200	89,86	septiembre	48,400	PESO DESC	42
11	31,140	546,51	julio	72,640	637,42	agosto	7,000	49,14	septiembre	31,140	PESO DESC	54
12	115,100	404,00	julio	81,600	572,83	agosto	17,520	153,74	septiembre	115,100	PESO DESC	40
13	90,800	1048,44	julio	161,440	2307,12	agosto	5,130	60,02	septiembre	90,800	PESO DESC	104
14	25,880	454,19	julio	13,810	484,73	agosto	53,760	857,49	septiembre	25,880	PESO DESC	45
15	126,760	1009,13	julio	121,400	1365,04	agosto	5,240	45,98	septiembre	126,760	PESO DESC	100
16	14,460	507,55	julio	13,740	482,27	agosto	41,640	243,59	septiembre	14,460	PESO DESC	50
17	24,500	429,97	julio	42,360	495,61	agosto	36,900	86,35	septiembre	24,500	PESO DESC	42
18	26,540	465,78	julio	130,770	1314,14	agosto	9,930	116,18	septiembre	26,540	PESO DESC	46

Fuente: Minitab

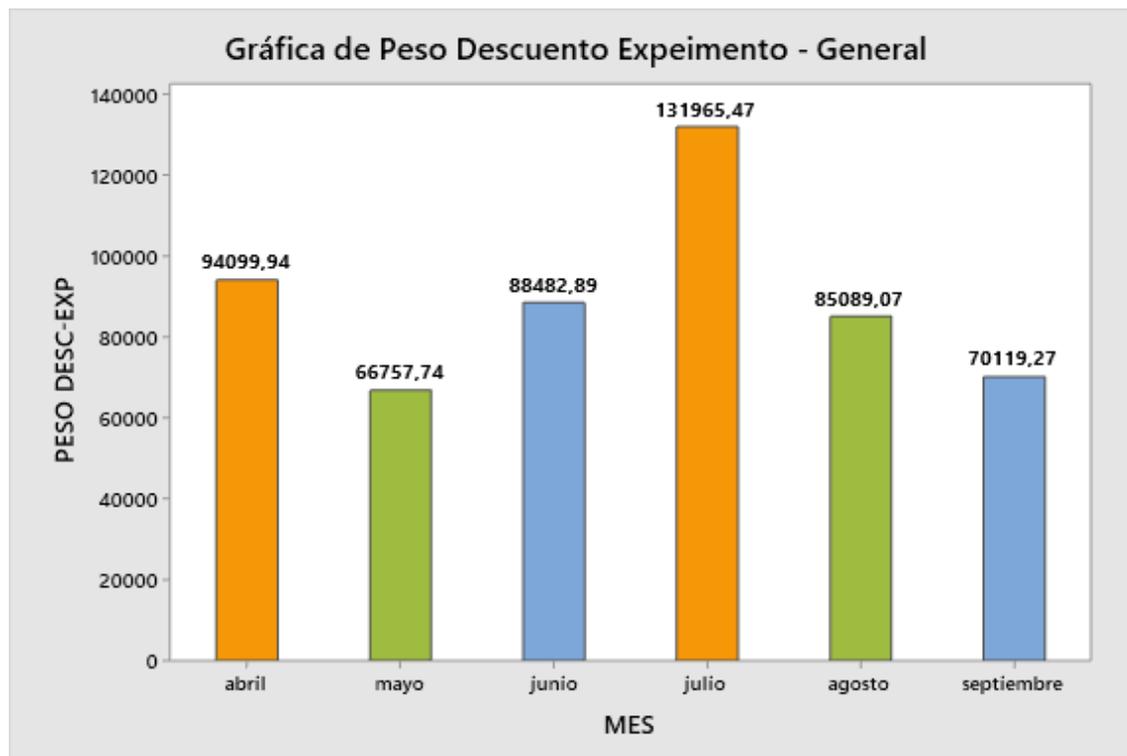
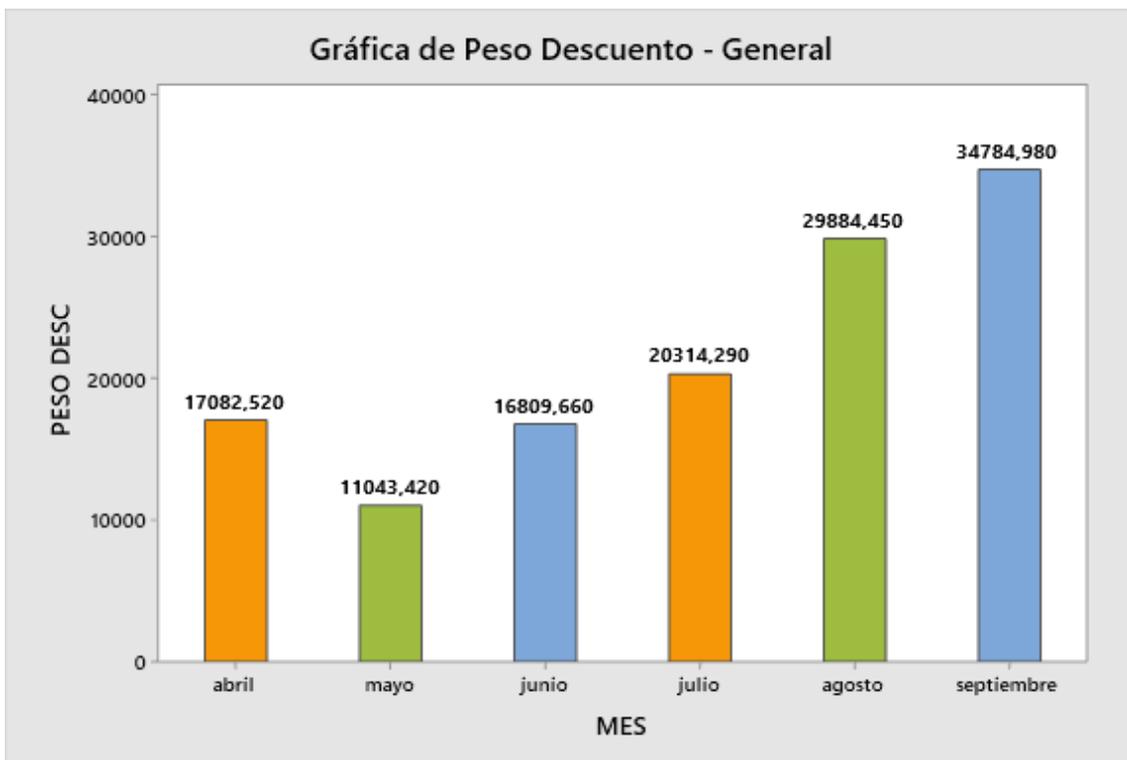
**Figura 30.** Gráfico de peso descuento calificador vs. peso a descontar experimento – III Trimestre

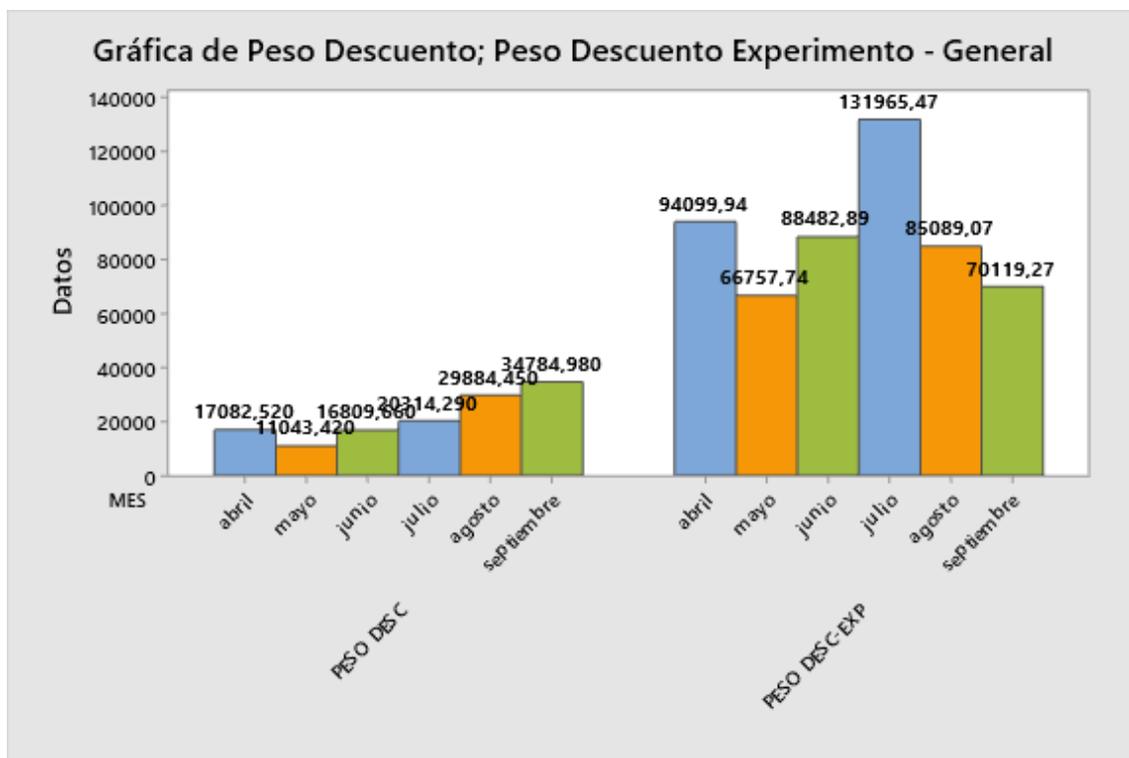


Fuente: Minitab

En la *Figura 31*, se utiliza gráfica de barras donde se observa en la parte superior izquierda la categoría de los kilogramos descontados visualmente en cada compra, en la parte superior derecha la categoría de los kilogramos aplicando el porcentaje promedio de impurezas medido de 3,51% en cada compra, en la parte inferior se ve el aglomerado entre el antes y el mejorado con la experimentación del tercer trimestre.

**Figura 31.** Gráfico de peso descuento calificador vs. peso a descontar experimento – General





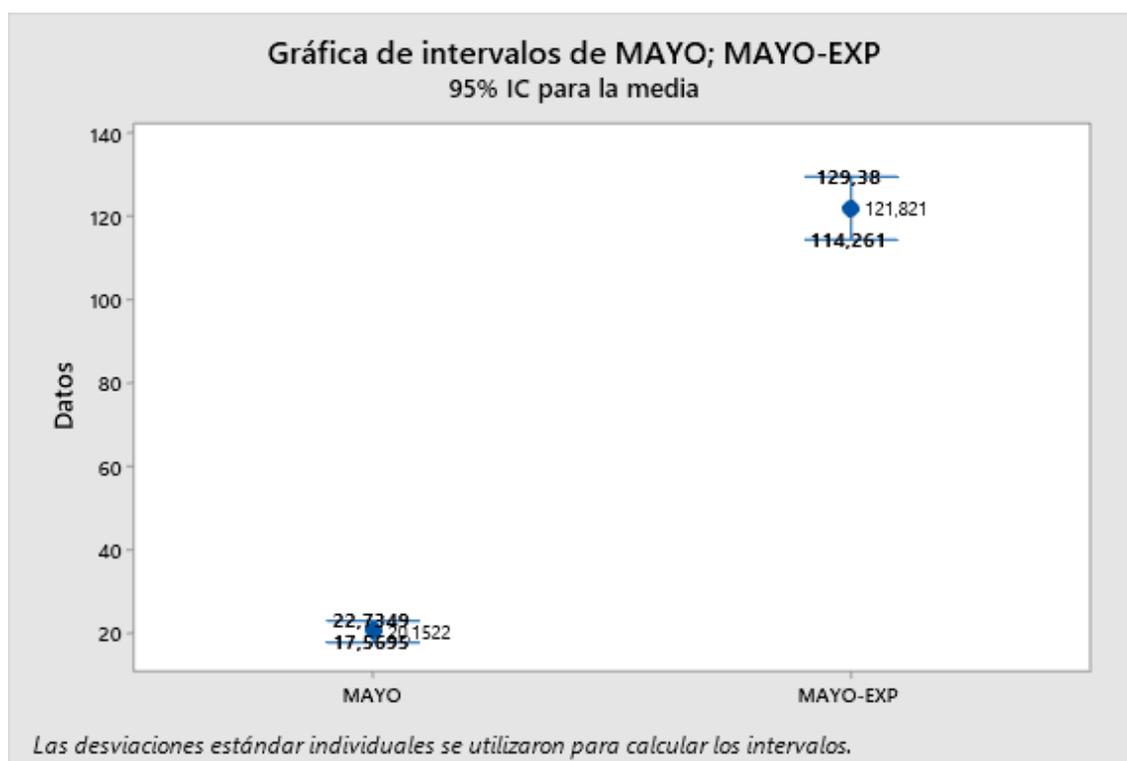
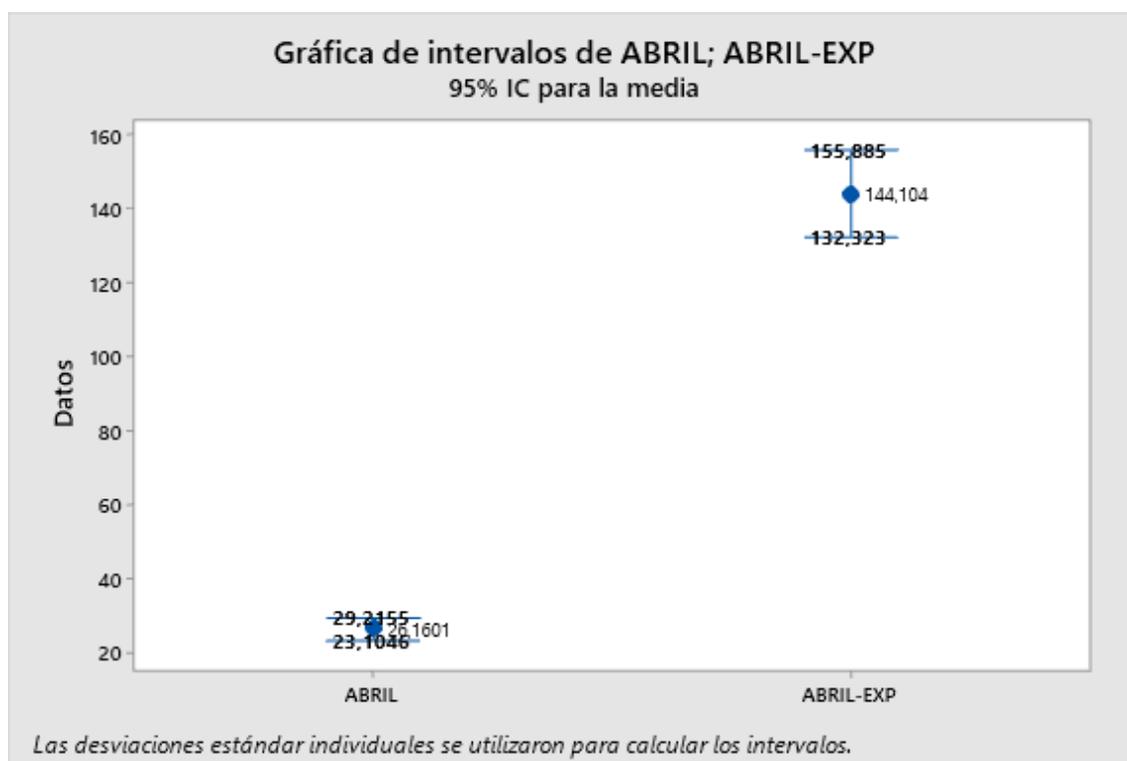
Fuente: Minitab

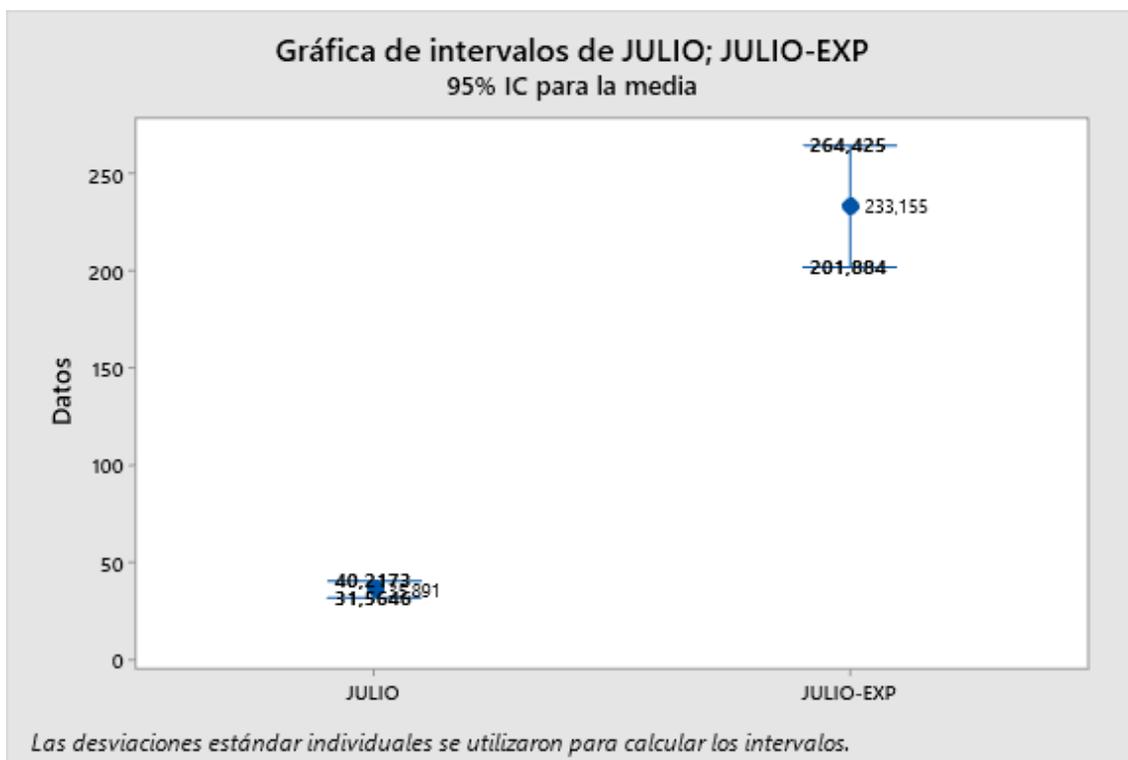
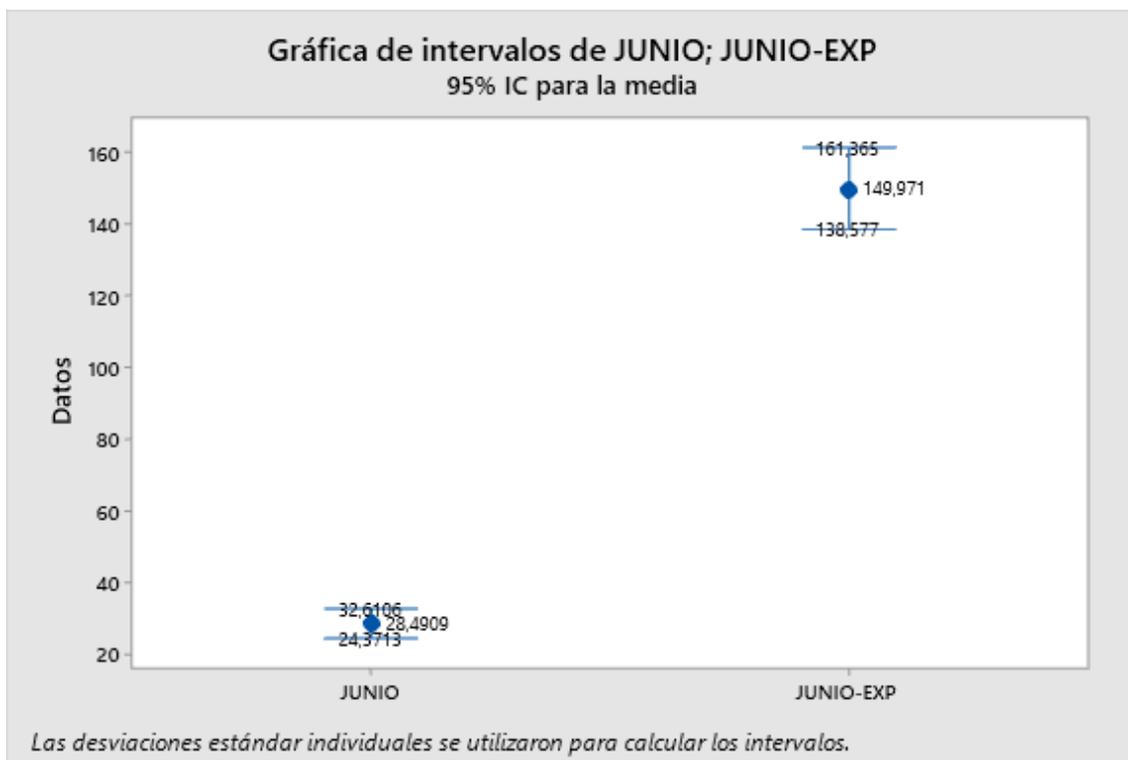
En la *Figura 32*, se utiliza el comando gráfico de barra en tablas de dos valores aglomerados, entre los descontado visualmente cada mes, con el descuento aplicando la experimentación visualizando una gran diferencia en la medición entre ambas categorías de forma general del segundo y tercer trimestre.

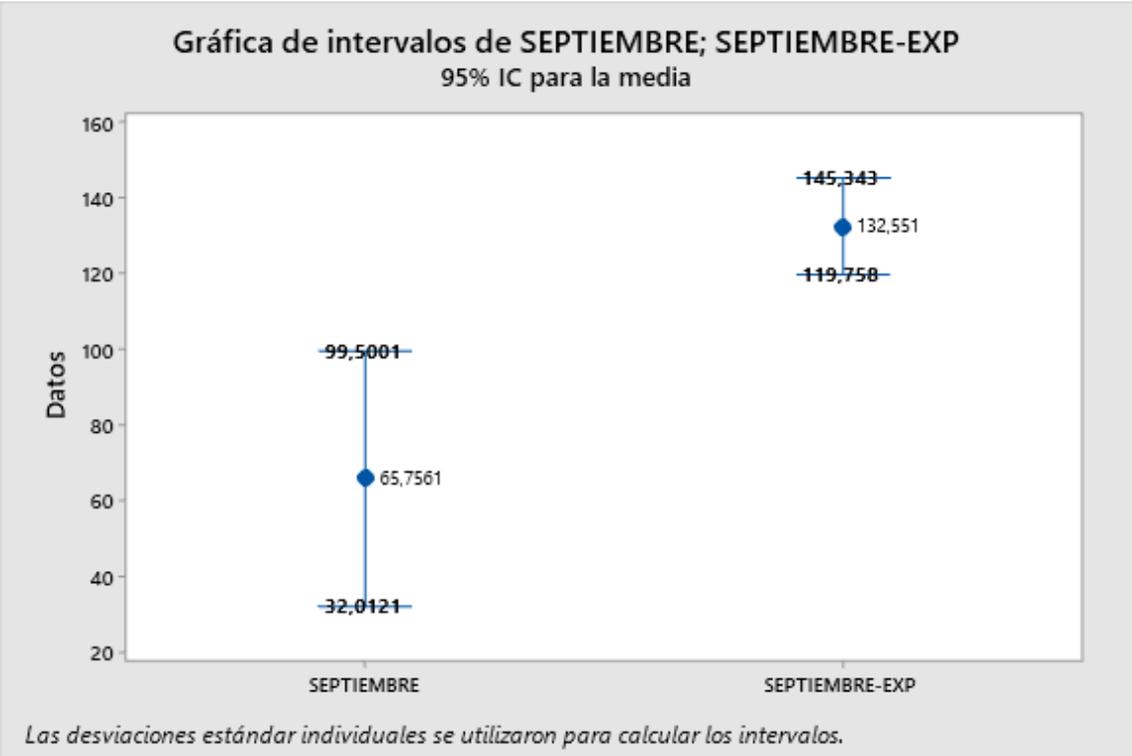
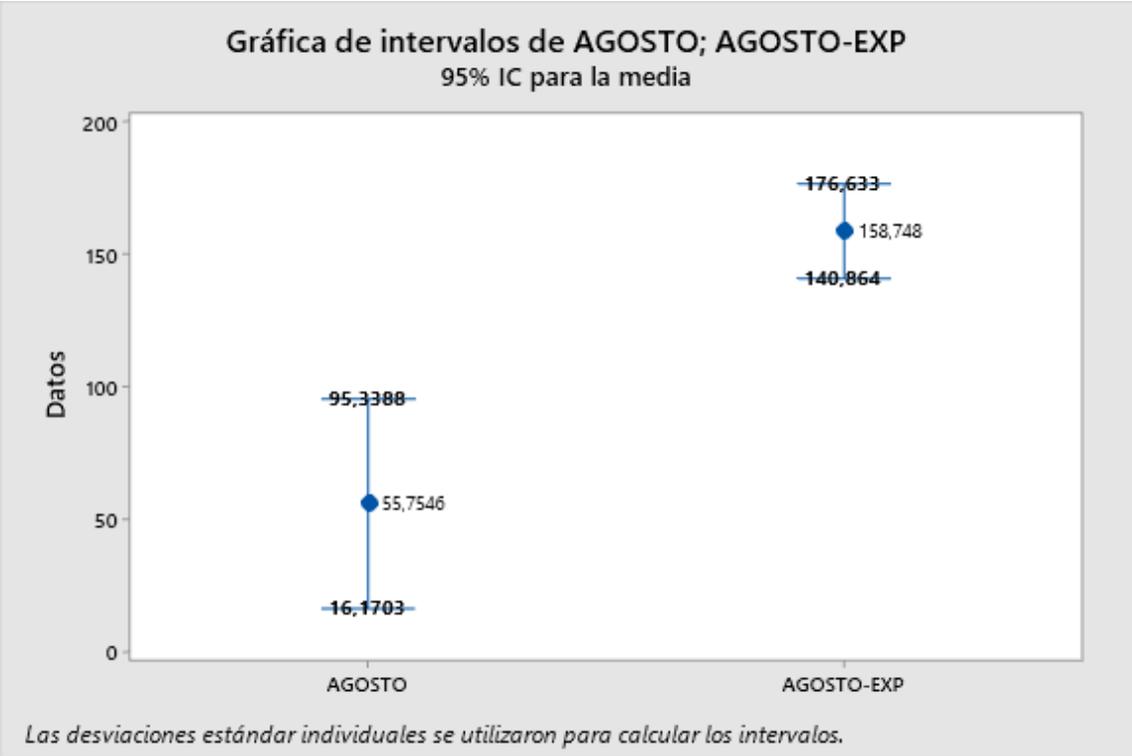
### 5.2.2. *Análisis de distribución normal*

Para verificar la normalidad de los datos, se utilizó la gráfica de intervalos múltiples entre ambas categorías de forma mensual, evidenciando diferencia entre la media de los intervalos en los grupos tratados.

Figura 32. Gráfica de intervalos entre grupos (Trimestre II y Trimestre III año 2021)







Fuente: Minitab

### 5.2.3. Prueba de hipótesis

Para la prueba de hipótesis se utilizó la comparación de dos muestras, son tamaño muestras grandes (>30-40), demostrando la diferencia normal en los intervalos, se asumen que son de distribución normal, pero no se conoce si es desviación estándar, para lo cual se usara una prueba estadística “t”.

**Tabla 14.** Dos muestras

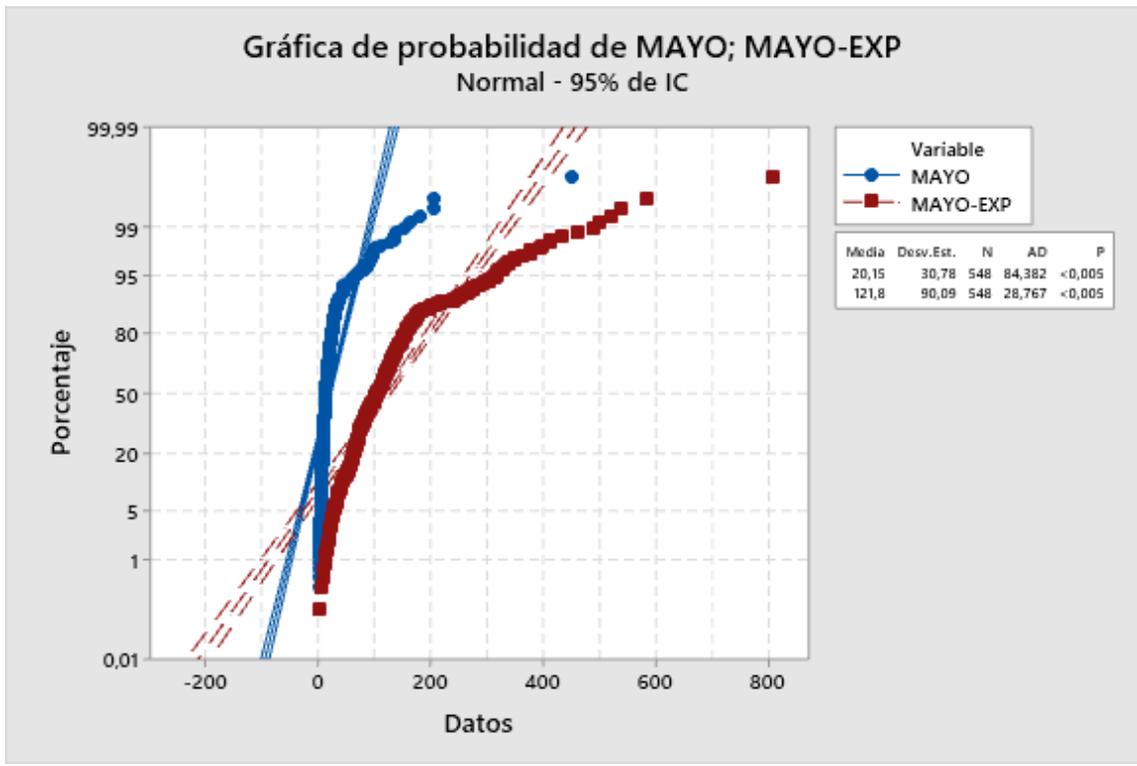
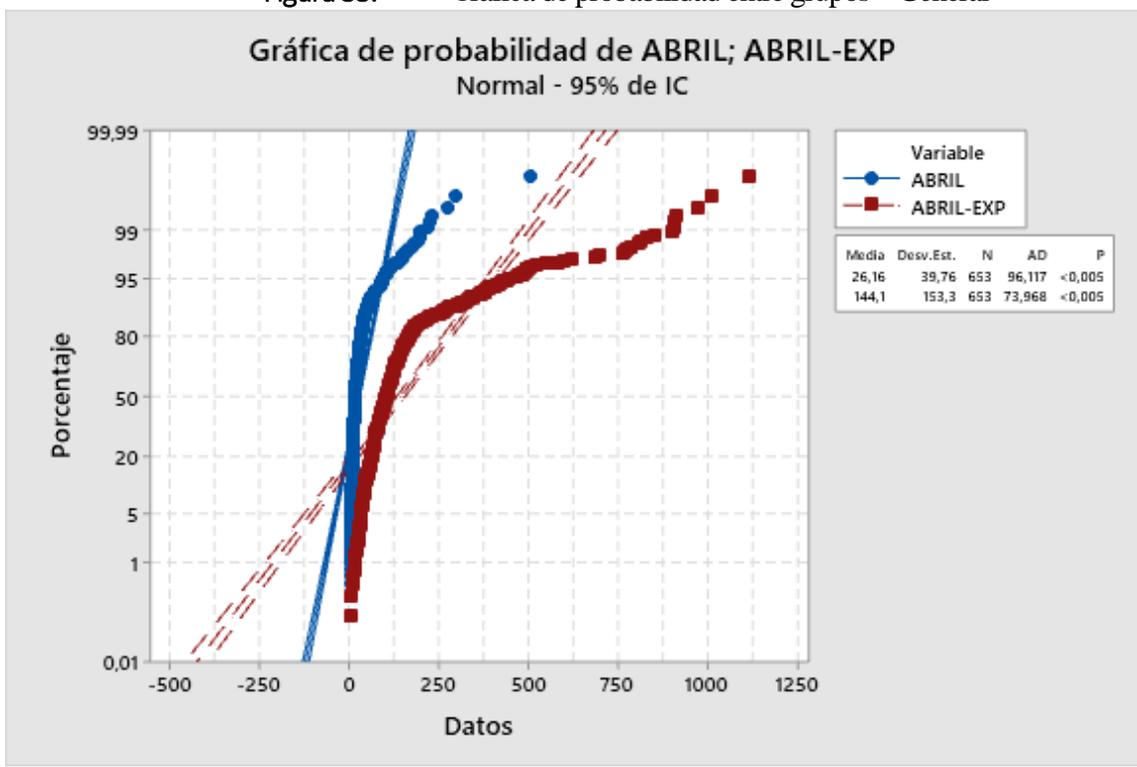
Distribución	Tamaño de la muestra (n)	Desviación estándar (población, histórica)	Prueba estadística	Estadístico de prueba
Normal	Grande*	Conocida	Z	$Z_{obs} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$
Normal	Pequeño*	Conocida	Z	$Z_{obs} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$
<b>Normal</b>	<b>Grande*</b>	<b>Desconocida</b>	<b>Z o t</b>	<b><math>Z_{obs}</math> o <math>t_{obs}</math></b>
Normal (varianzas iguales)	Pequeño*	Desconocida	t	$t_{obs} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$ $Z_{obs} = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$
Normal (varianzas no iguales)	Grande*	Desconocida	t'	$t'_{obs} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$

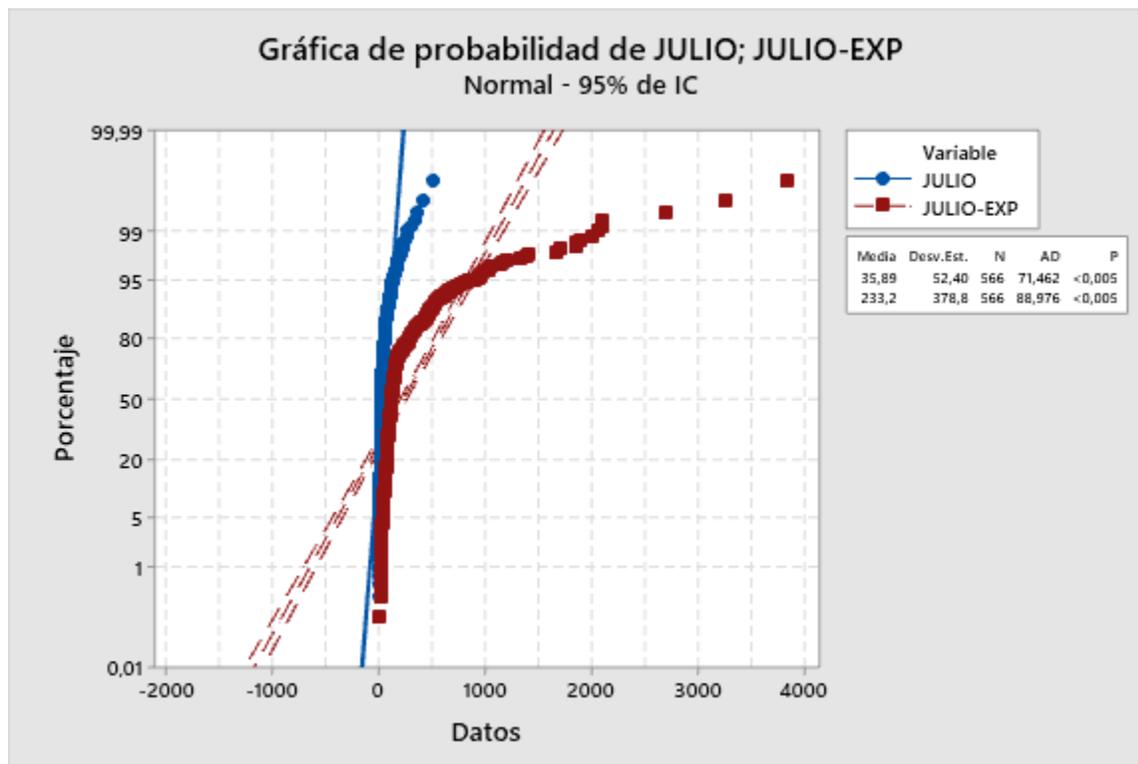
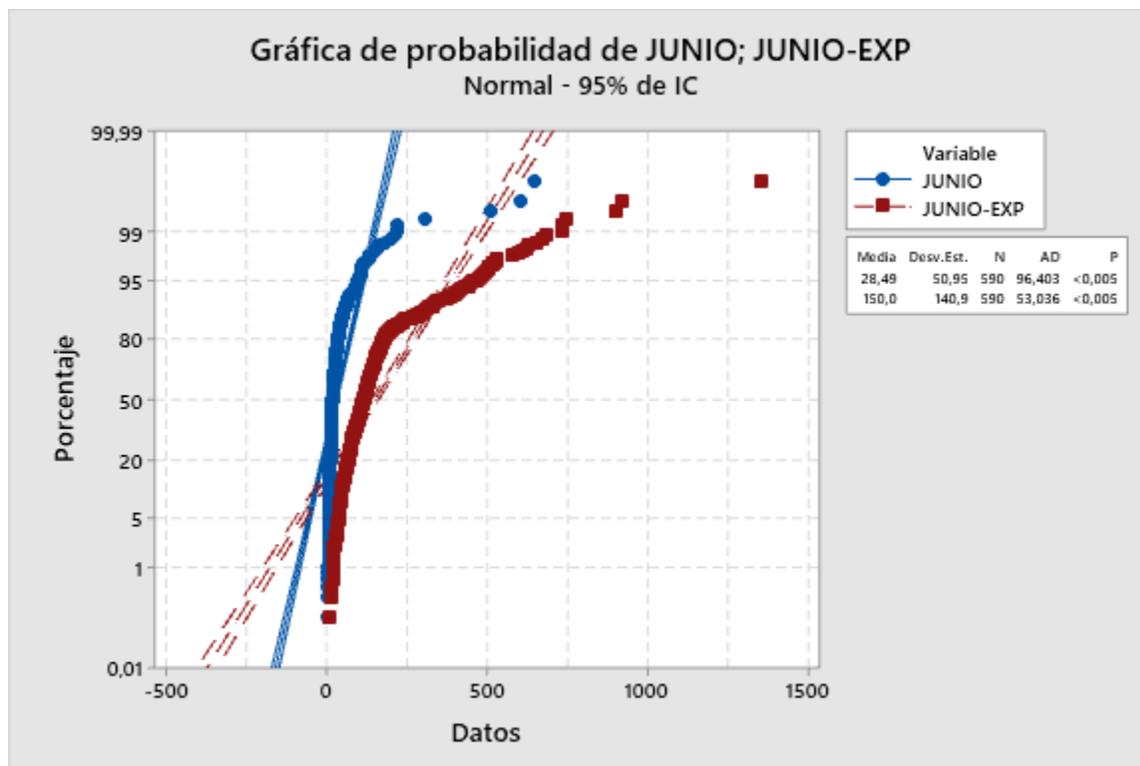
Fuente: Ryan 2007, Montgomery 2018

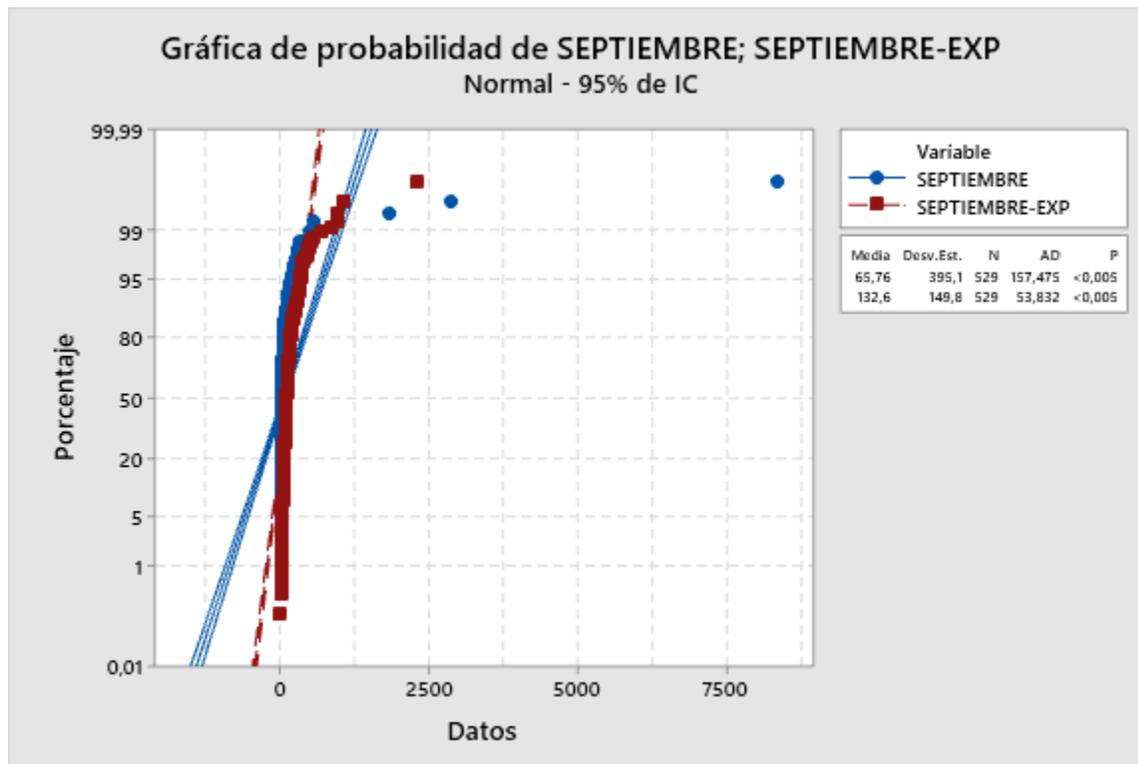
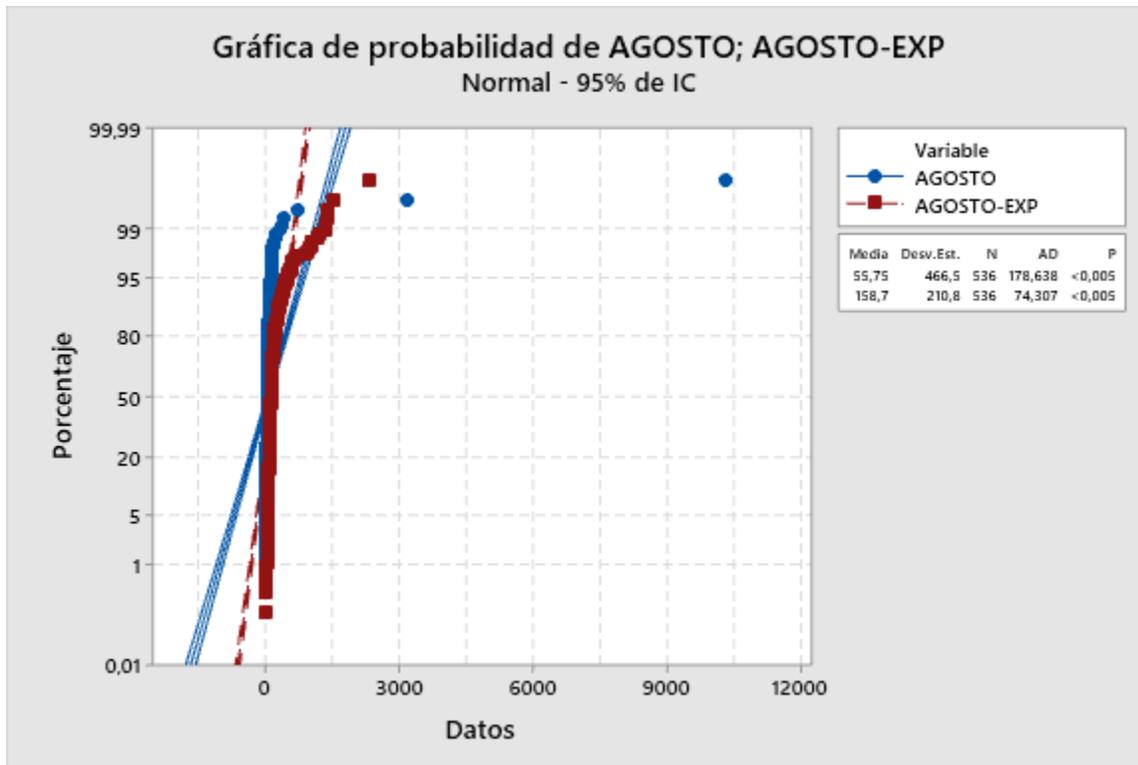
Para discriminar entre tamaño de muestra grande o pequeña: n=30 (Krishnamoorthi 2019), n=40 (Montgomery 2018)

- Utilizando el comando gráfico de probabilidad para cada mes, se evidenció el estadístico esperado considerando el  $P < 0.05$  el nivel de significancia, aunque las normalidades de los datos no estén dentro de los límites esperados.

Figura 33. Gráfica de probabilidad entre grupos – General







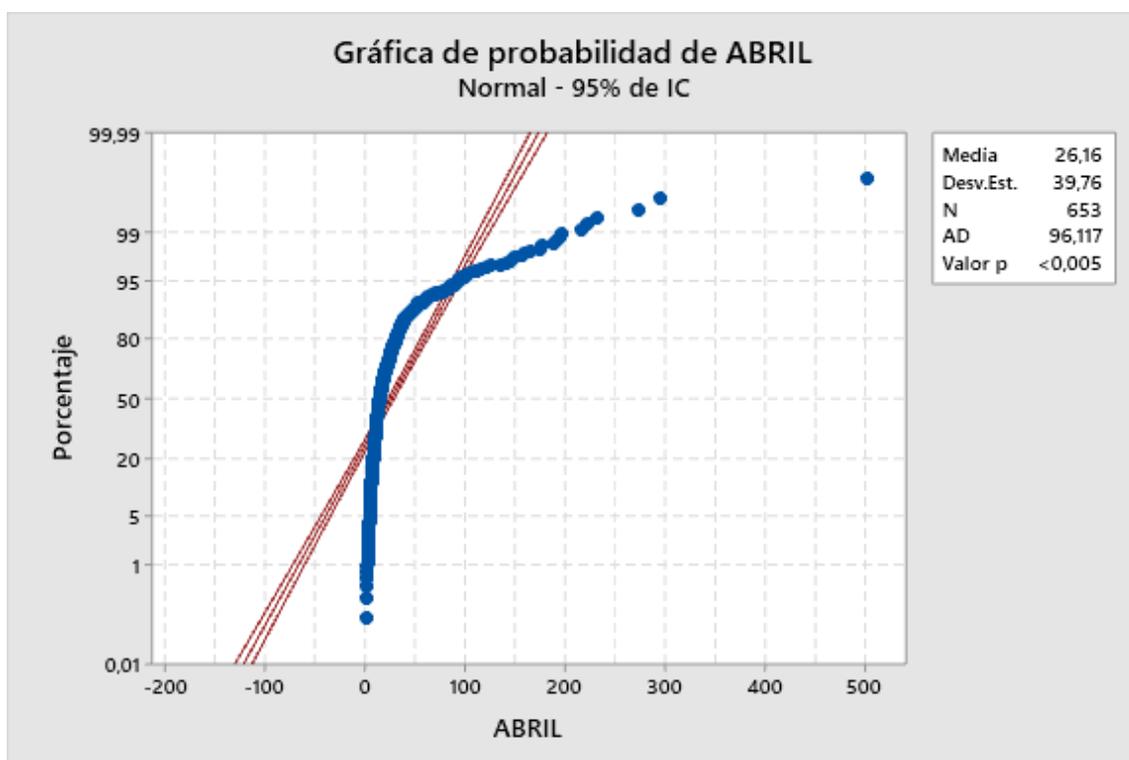
Fuente: Minitab

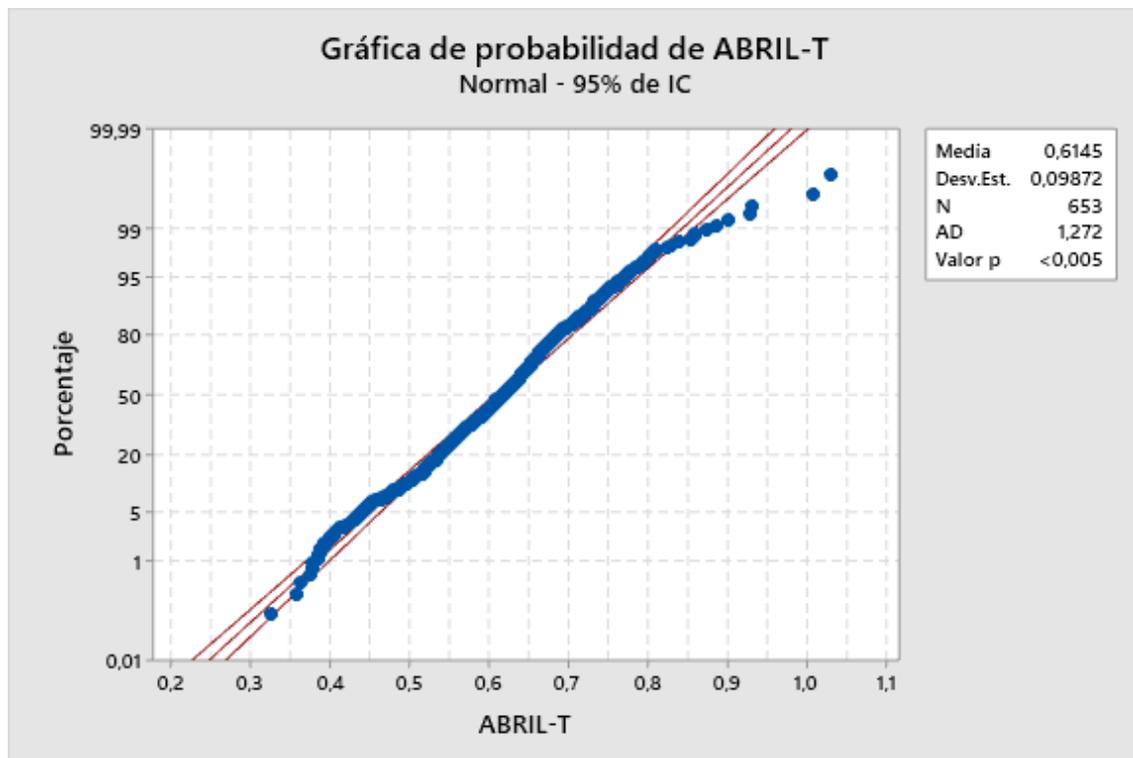
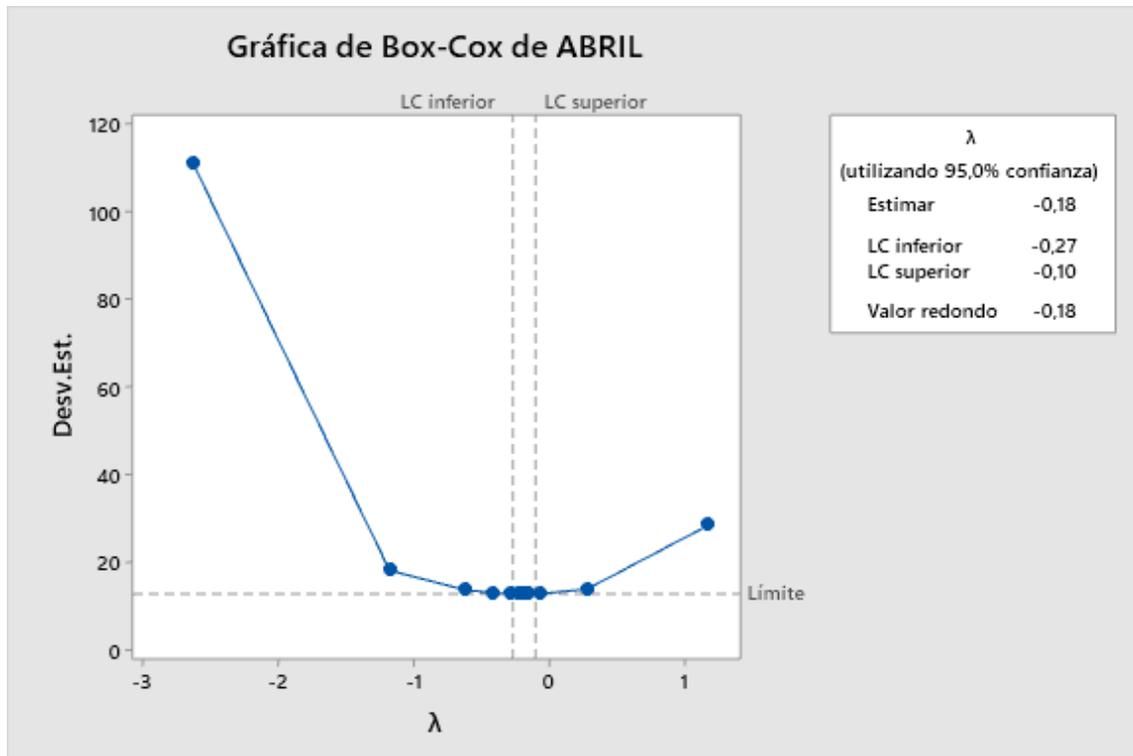
En la *Figura 34*, a pesar que todos los datos están correctos, las gráficas demuestran que el (P – Valué) < 0.05 (No siguen una distribución normal), lo conveniente es no aplicar una prueba estadística de este tipo, sin embargo, se necesita demostrarlo para cada mes.

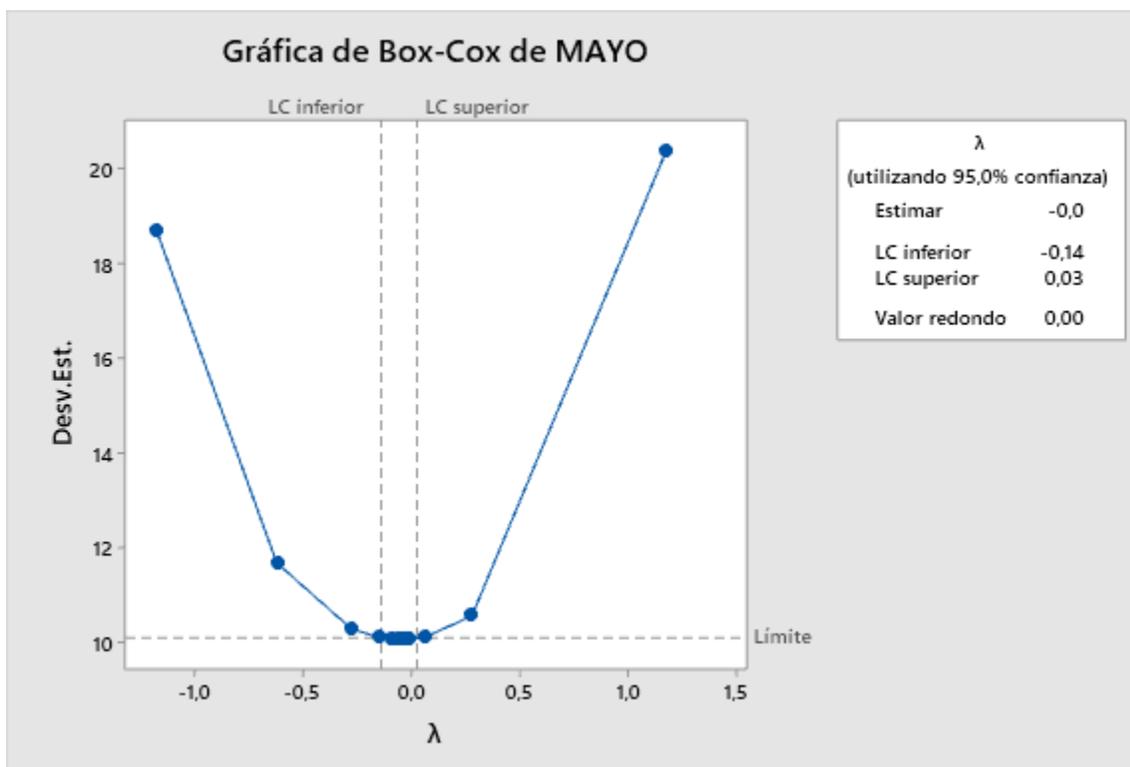
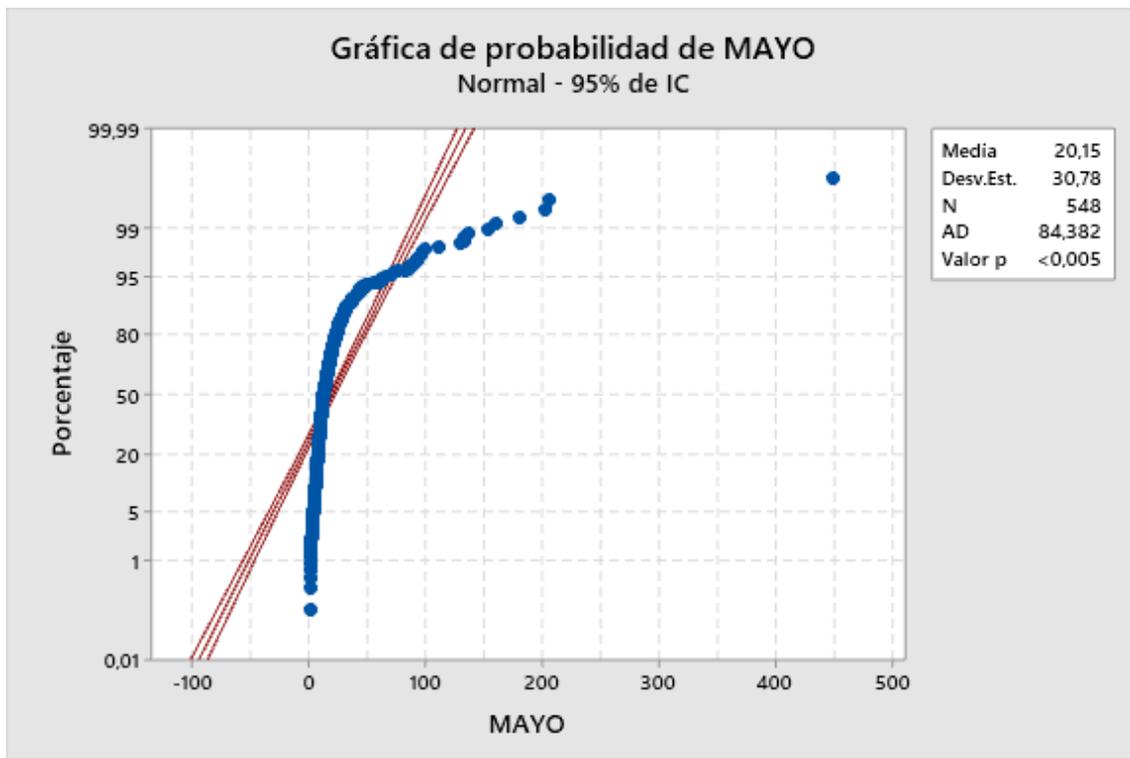
Para poder tener los datos dentro de los límites esperados, Minitab nos permite ejecutar una transformación de datos.

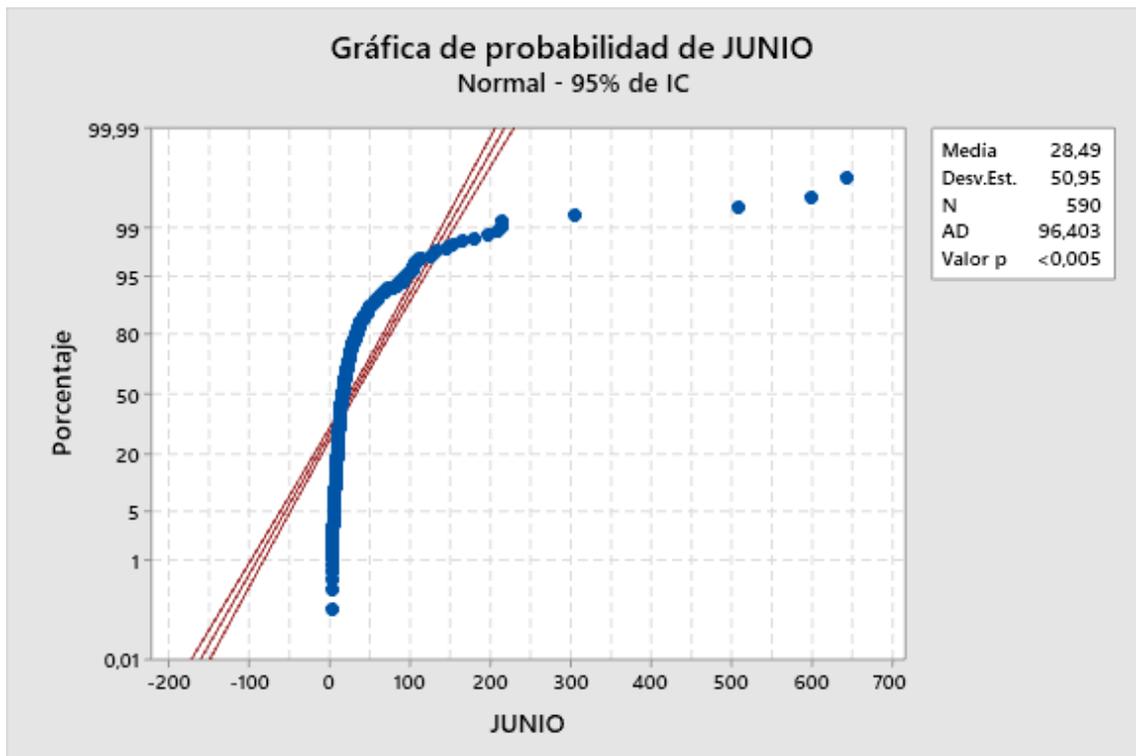
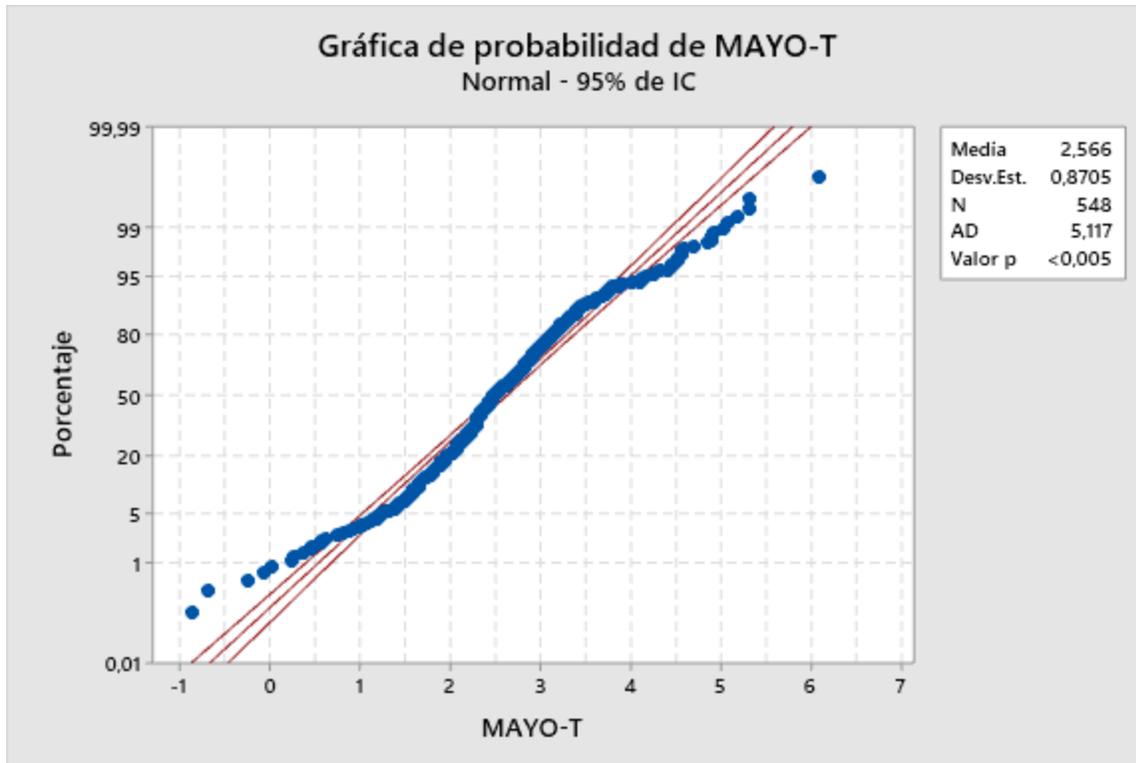
Si se utiliza un análisis de capacidad diseñado para datos normales, como Análisis de capacidad normal, los datos deben seguir una distribución normal. Si los datos no son normales, los resultados del análisis no serán exactos. A veces los datos no normales se pueden transformar al aplicarles una función que cambie sus valores para que sigan más de cerca una distribución normal.

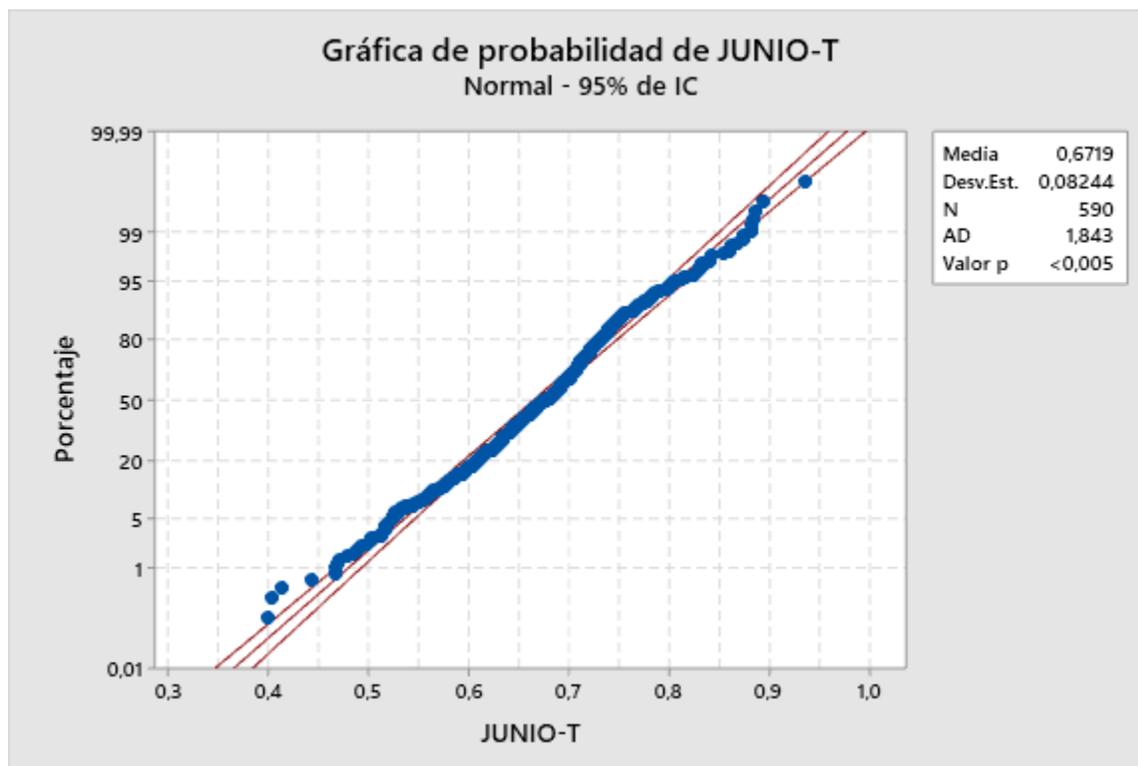
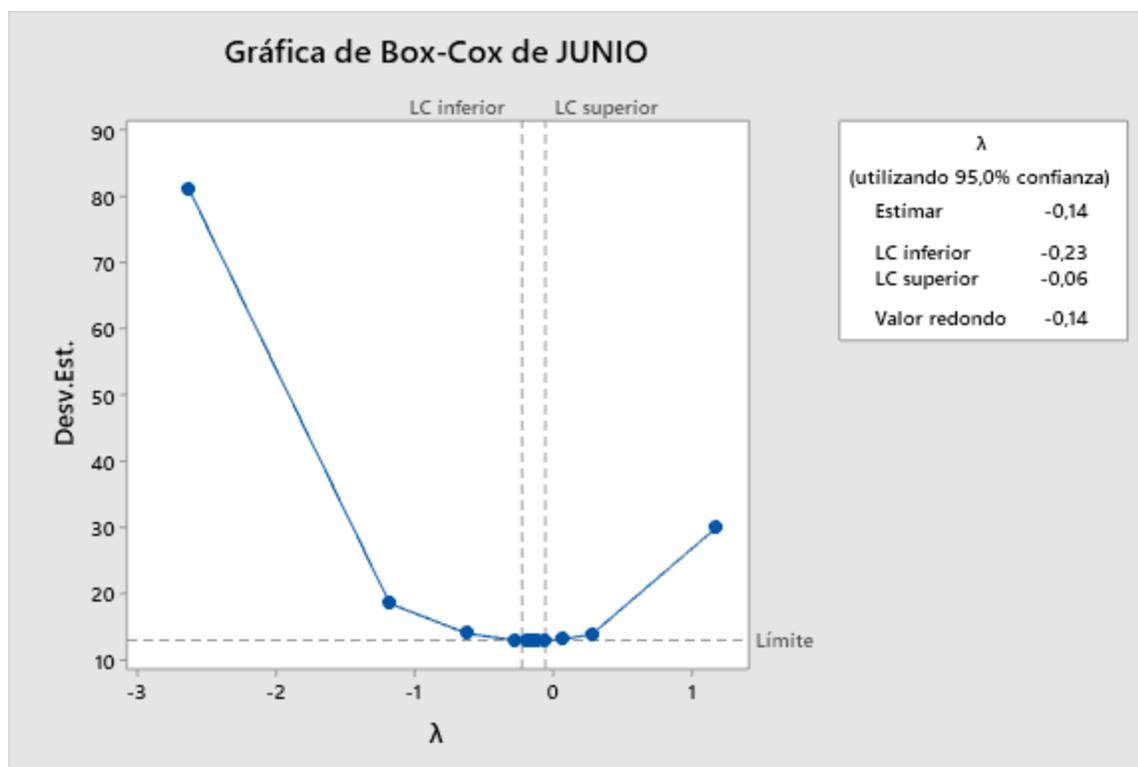
Figura 34. Gráfica de Box – Cox Mensual

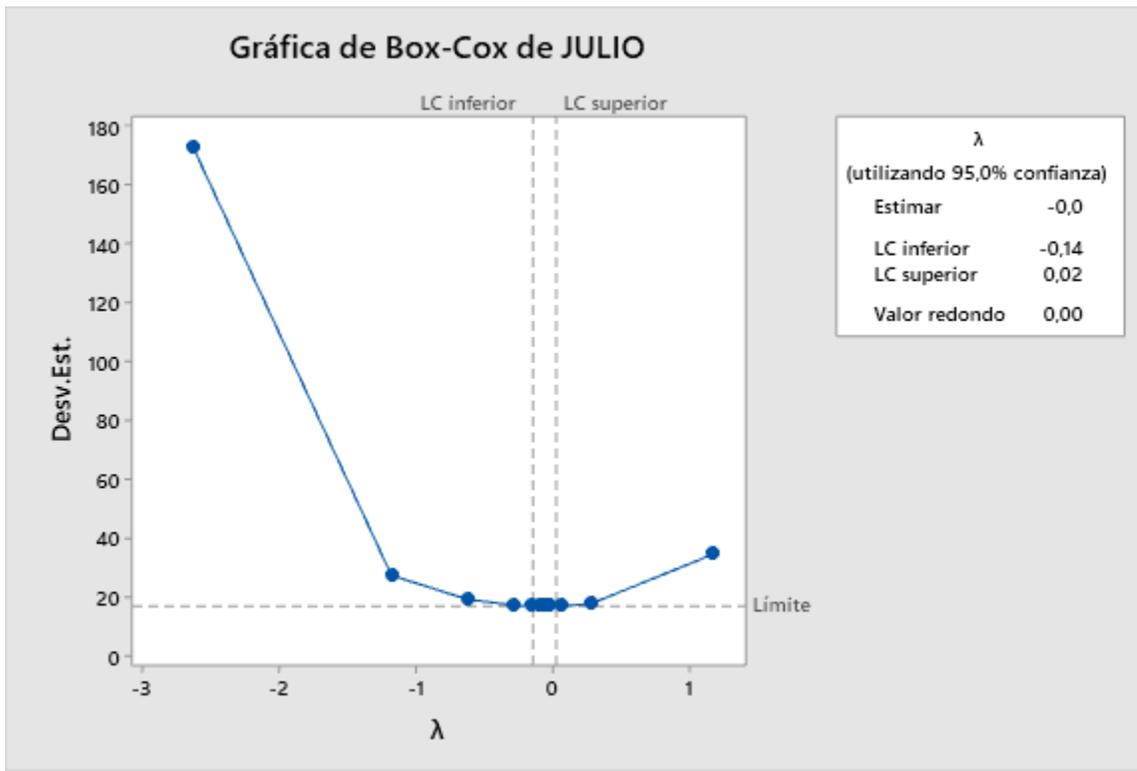
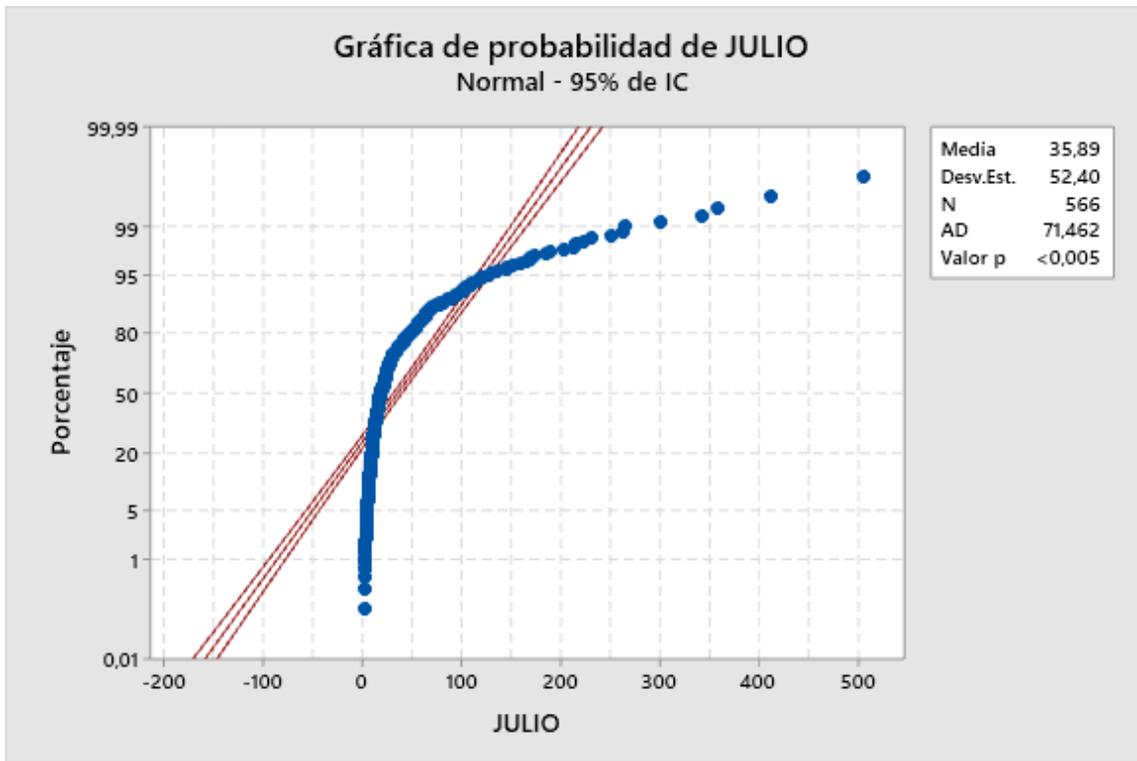


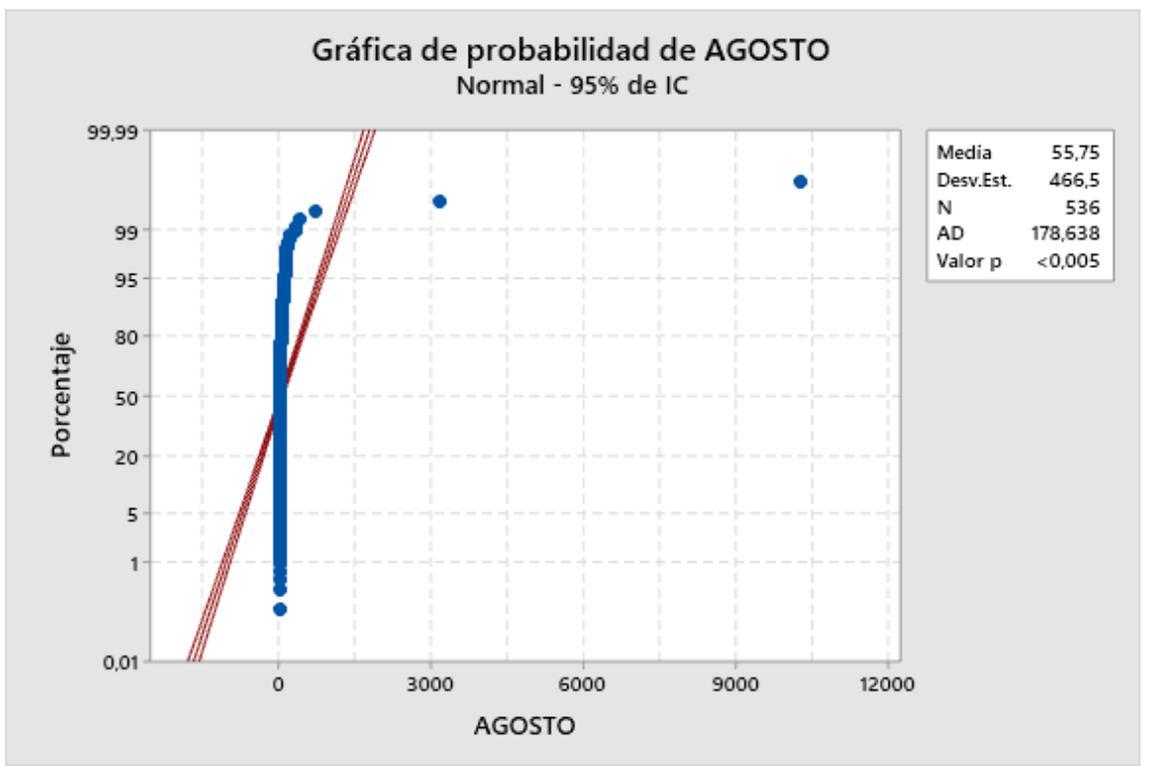
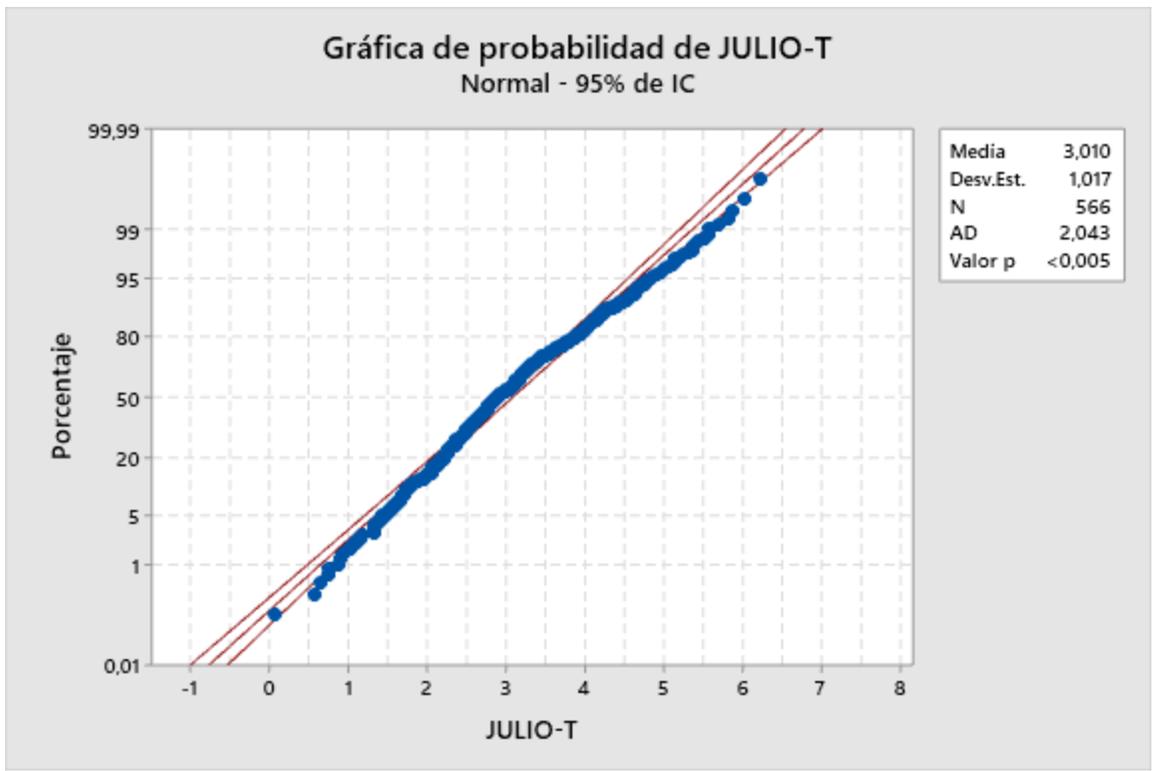


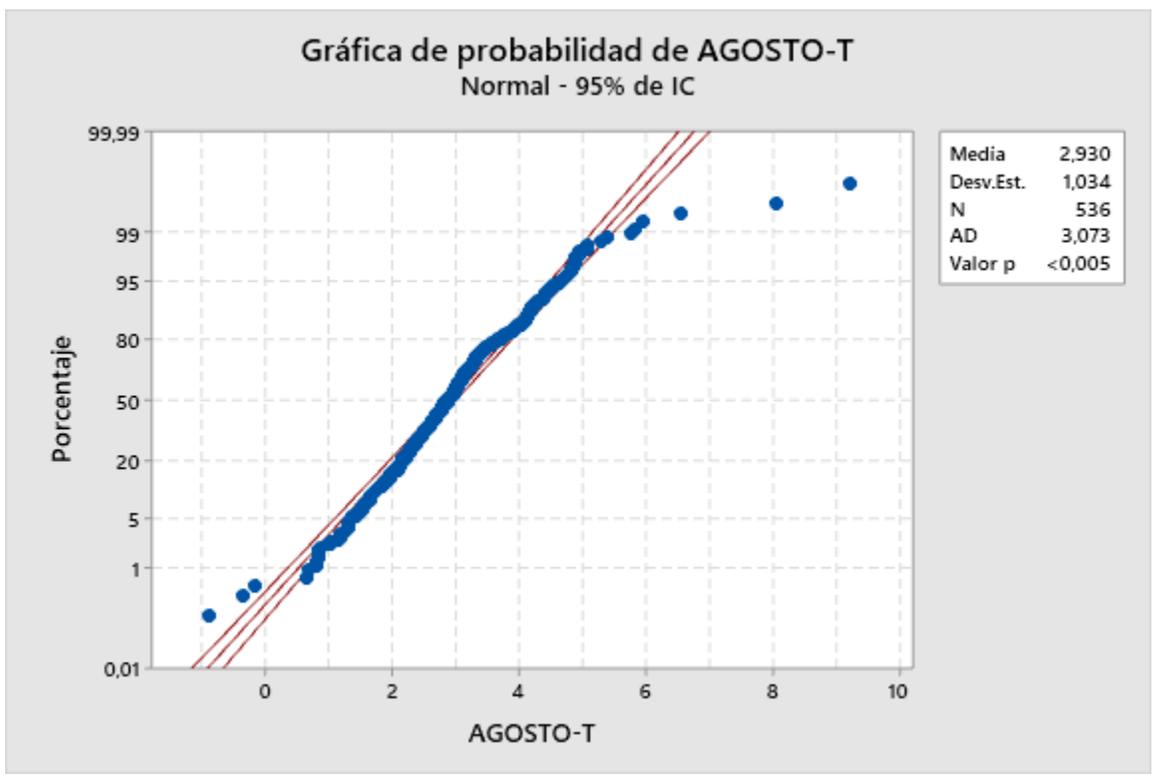
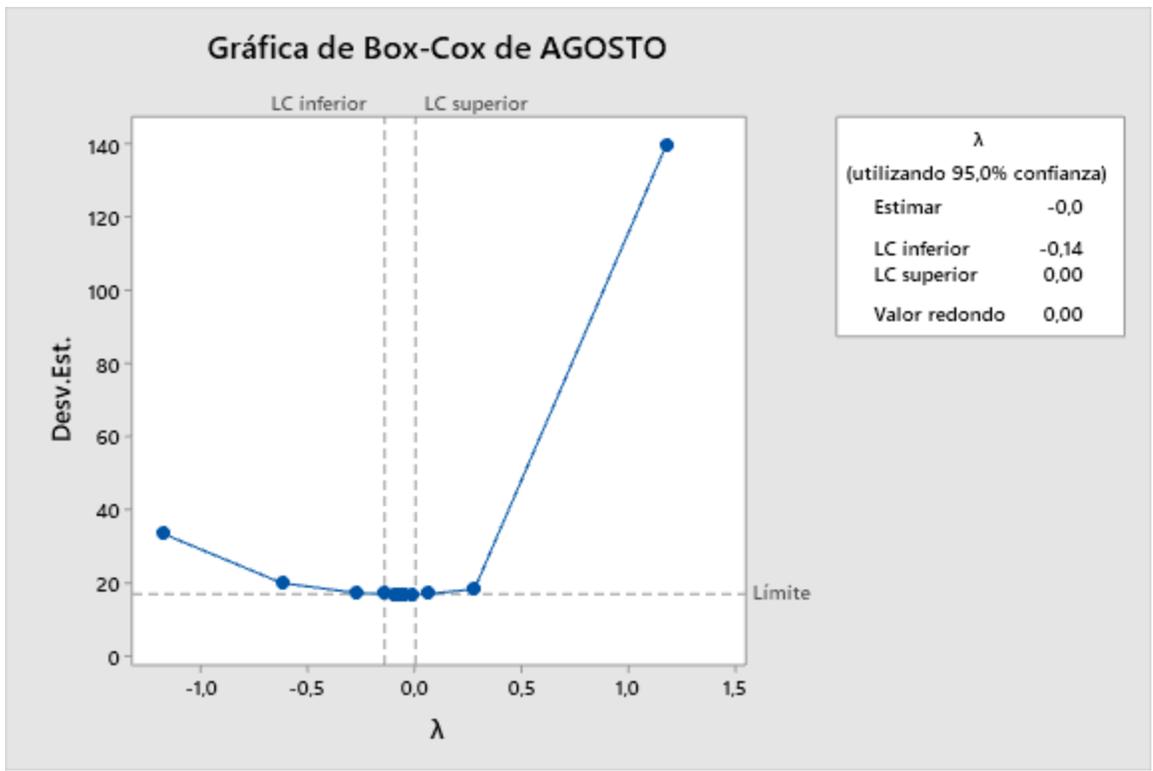


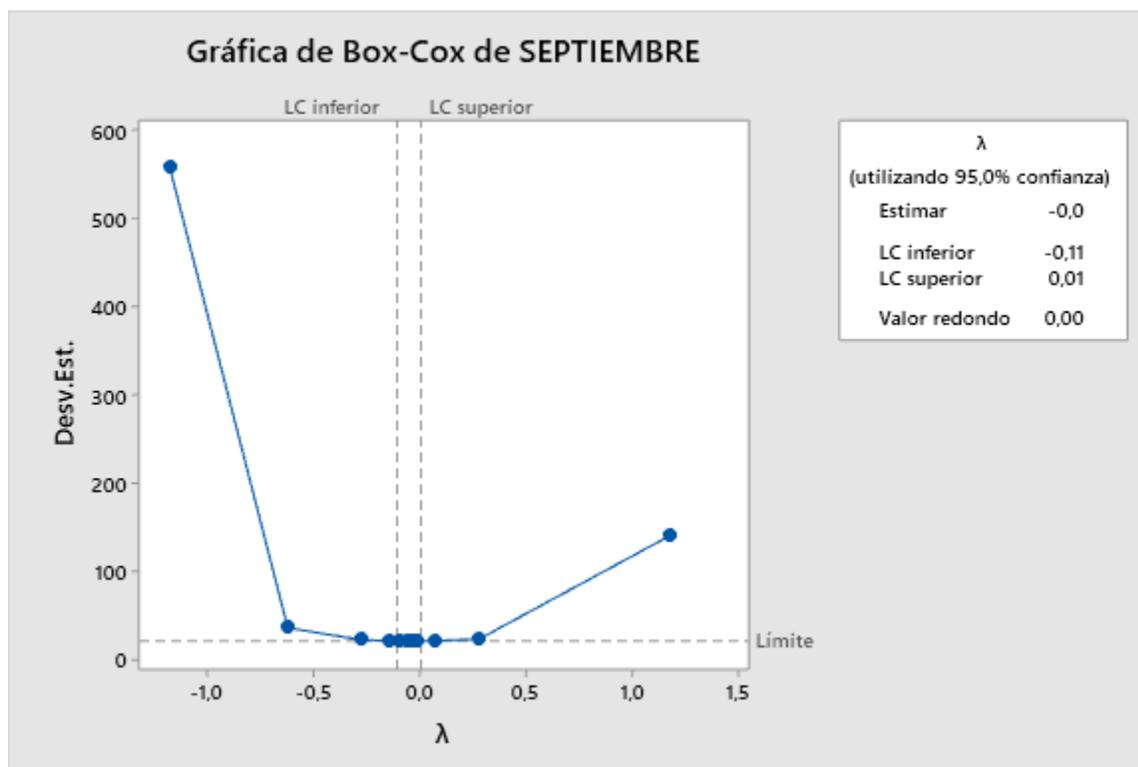
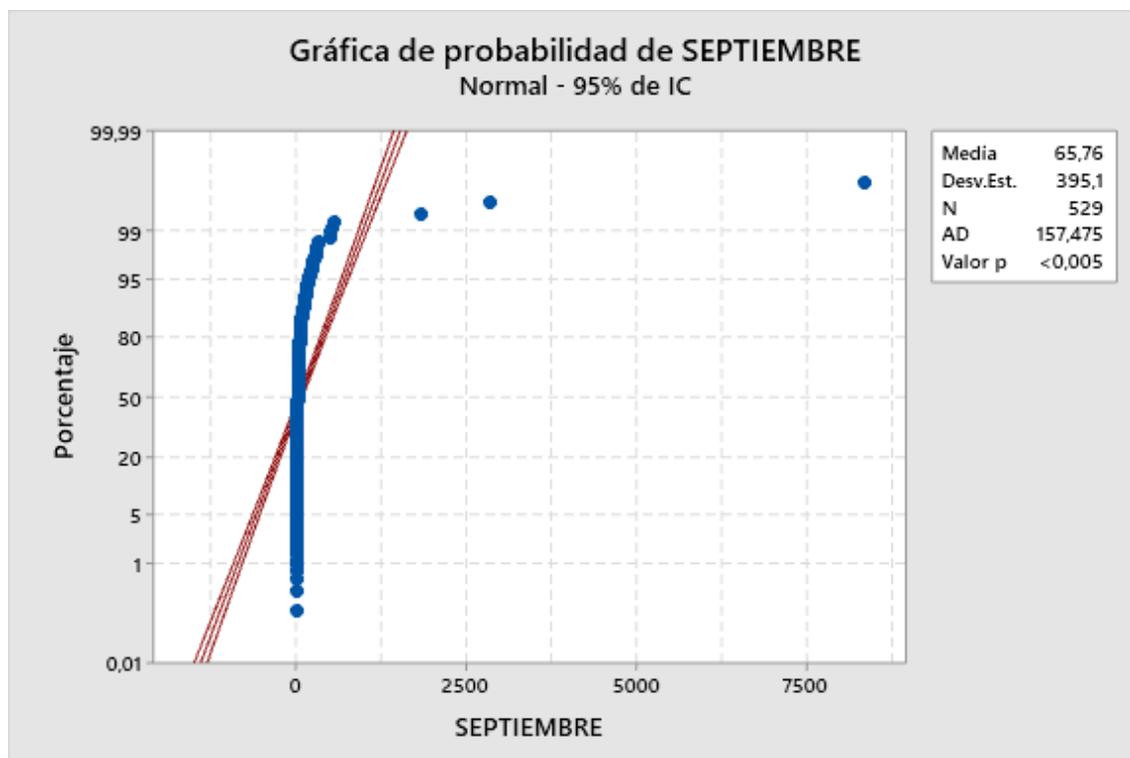


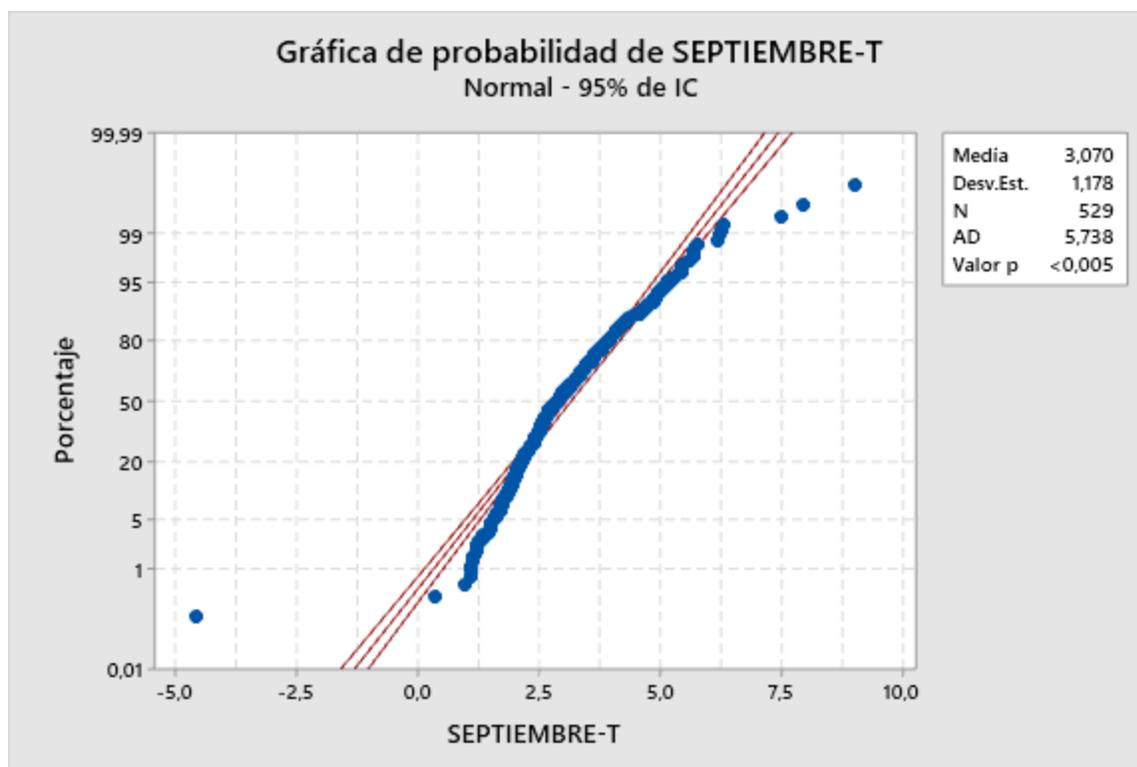












Fuente: Minitab

En la *Figura 35*, a pesar que todos los datos están correctos, las gráficas demuestran que el (P – Valué) < 0.05 (No siguen una distribución normal). Una vez demostrada esta hipótesis se procedió a utilizar el comando gráfico de control, gráfica de Box- Cox (transformación de datos) para cada mes, con un intervalo de confianza del 95%, evidenciando ya una normalidad en el tratamiento de los datos.

### 5.3. Presentación de los resultados

#### 5.3.1. Estadística descriptiva (Prueba de igualdad de varianzas)

- El análisis de varianza es una técnica estadística que permite comparar el resultado de tratamientos sobre poblaciones.
- Se parte del supuesto que las poblaciones tienen una distribución normal con media  $\mu_i$  y varianza  $\sigma^2$ .
- Puede calcularse con tratamientos sobre 2 o más poblaciones, usando una tabla ANOVA.

- Se supone, además, que las poblaciones deben mantener las condiciones ajenas al tratamiento, es decir, solo el tratamiento debería o podría generar resultados distintos (o similares) en las distintas poblaciones.

Como la muestra a analizar es lo suficientemente grande, aunque formalmente muchas pruebas de hipótesis se basan en el supuesto de normalidad, de todos modos, se pueden obtener resultados adecuados con datos no normales. La cantidad de datos que se necesita depende del grado de no normalidad de los datos, pero un tamaño de muestra de 20 suele ser adecuado. La relación entre la robustez ante la normalidad y el tamaño de la muestra se basa en el teorema del límite central. Este teorema demuestra que la distribución de la media de los datos de cualquier distribución se acerca a la distribución normal a medida que aumenta el tamaño de la muestra. Por lo tanto, si se está interesado en hacer inferencias sobre una media de población, el supuesto de normalidad no es fundamental siempre y cuando la muestra sea lo suficientemente grande.

A veces es posible transformar los datos mediante la aplicación de una función para que los datos se ajusten a una distribución normal, para poder terminar el análisis.

Una vez realizada esta breve explicación, se procede hacer la prueba de varianzas de forma mensual demostrando que existe evidencia estadística para rechazar hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa.

**Figura 35.** Prueba de igualdad de varianzas mensuales – Aplicado vs. Experimento

### Método

Hipótesis nula      Todas las varianzas son iguales  
 Hipótesis alterna      Por lo menos una varianza es diferente  
 Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

*Se utiliza el método F. Este método es exacto sólo para datos normales.*

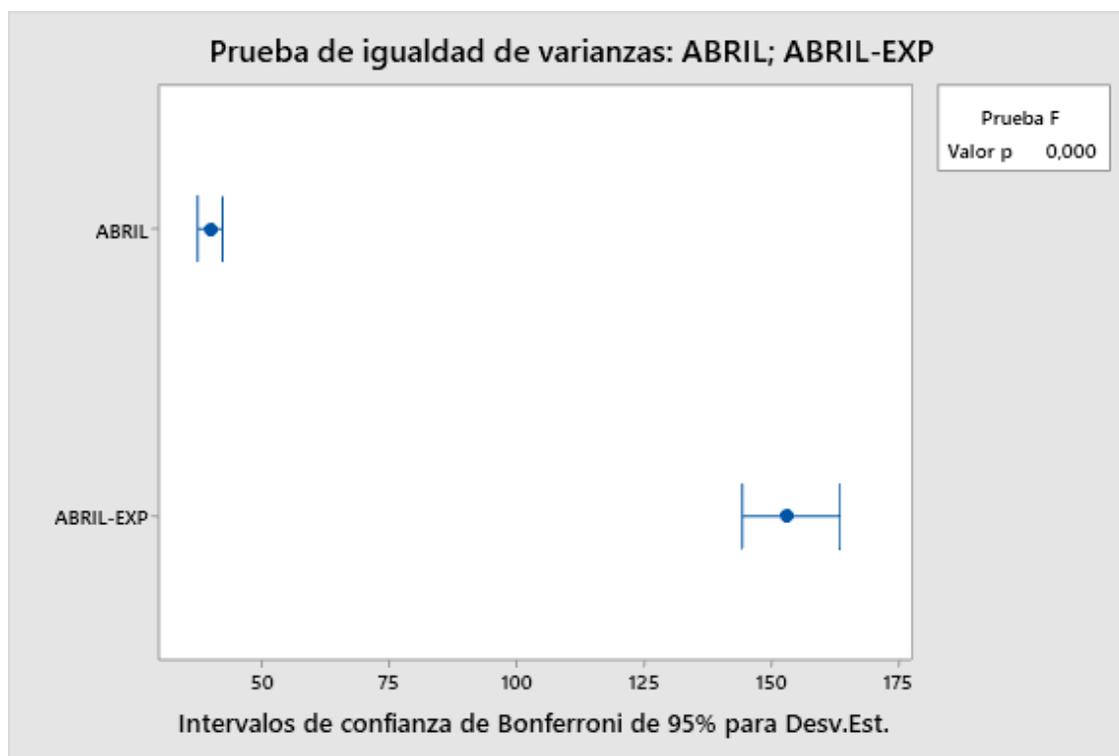
### Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Muestra	N	Desv.Est.	IC
ABRIL	653	39,762	(37,435; 42,387)
ABRIL-EXP	653	153,317	(144,342; 163,437)

Nivel de confianza individual = 97,5%

### Pruebas

Estadística	Método de prueba	Valor p
F	0,07	0,000



## Método

Hipótesis nula      Todas las varianzas son iguales  
 Hipótesis alterna    Por lo menos una varianza es diferente  
 Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

*Se utiliza el método F. Este método es exacto sólo para datos normales.*

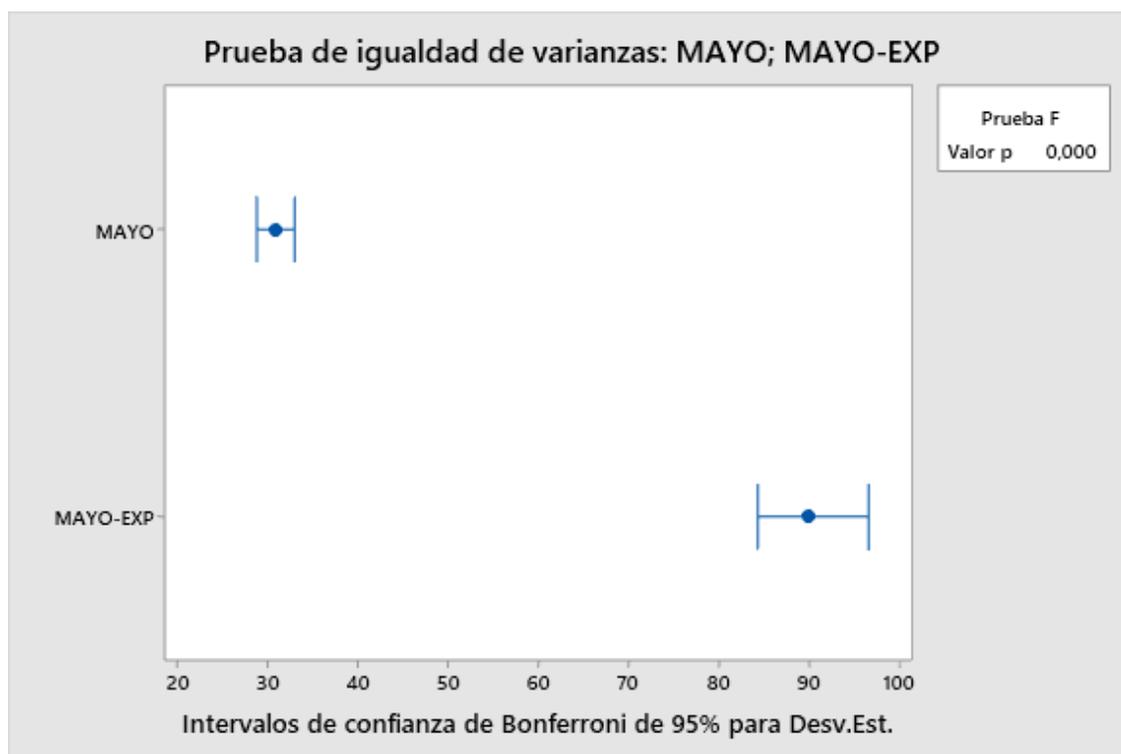
## Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Muestra	N	Desv.Est.	IC
MAYO	548	30,7791	(28,8221; 33,0100)
MAYO-EXP	548	90,0869	(84,3590; 96,6167)

*Nivel de confianza individual = 97,5%*

## Pruebas

Método de prueba	Estadística	Valor p
F	0,12	0,000



## Método

Hipótesis nula      Todas las varianzas son iguales  
 Hipótesis alterna      Por lo menos una varianza es diferente  
 Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

*Se utiliza el método F. Este método es exacto sólo para datos normales.*

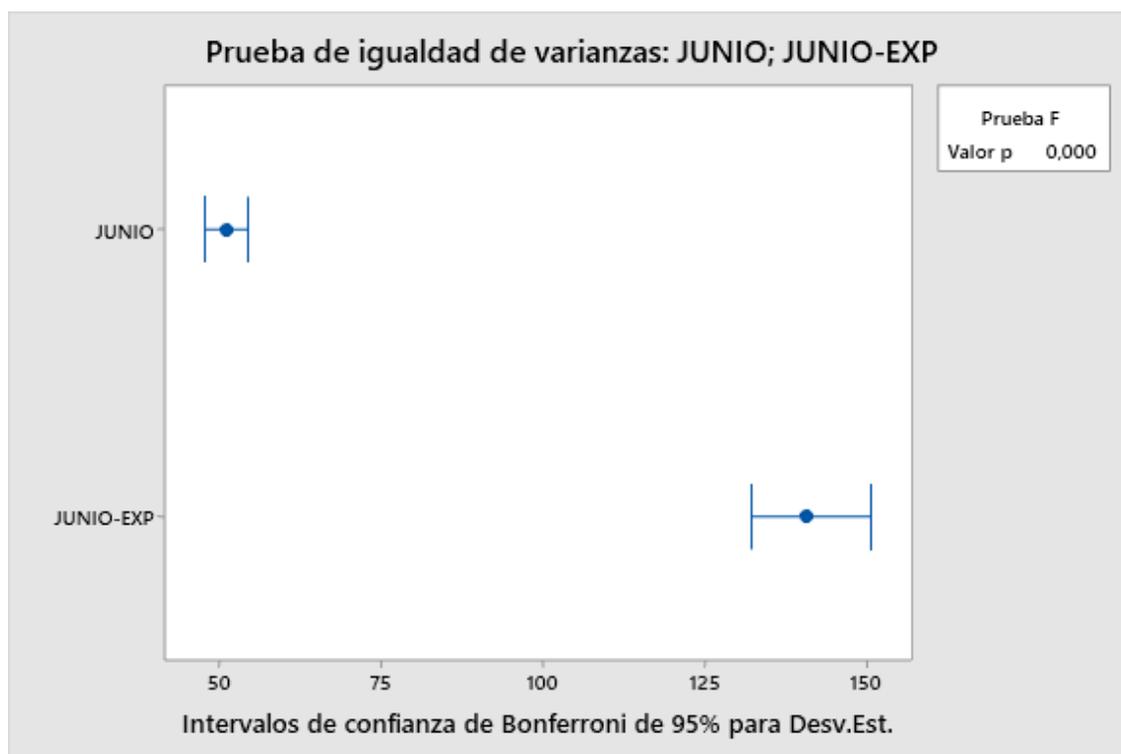
## Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Muestra	N	Desv.Est.	IC
JUNIO	590	50,950	(47,822; 54,500)
JUNIO-EXP	590	140,916	(132,262; 150,735)

*Nivel de confianza individual = 97,5%*

## Pruebas

	Estadística	Valor p
Método de prueba		
F	0,13	0,000



## Método

Hipótesis nula      Todas las varianzas son iguales  
 Hipótesis alterna    Por lo menos una varianza es diferente  
 Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

*Se utiliza el método F. Este método es exacto sólo para datos normales.*

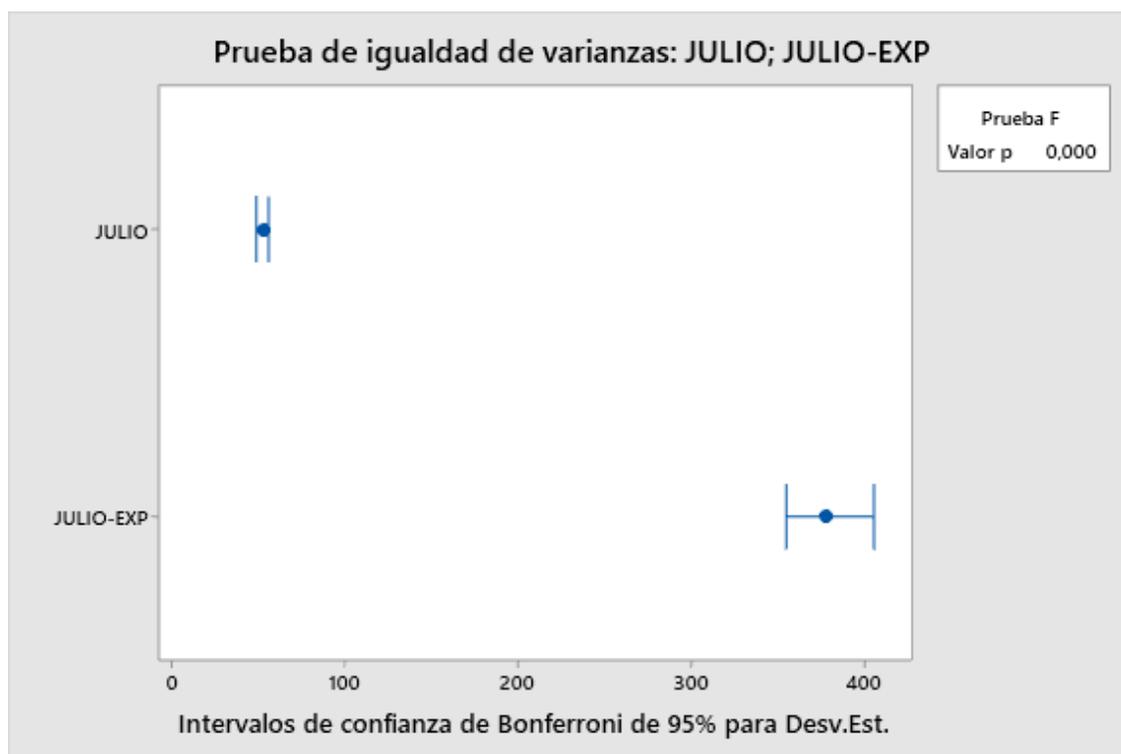
## Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Muestra	N	Desv.Est.	IC
JULIO	566	52,402	(49,120; 56,135)
JULIO-EXP	566	378,763	(355,044; 405,747)

*Nivel de confianza individual = 97,5%*

## Pruebas

	Estadística	Valor p
Método de prueba	F	0,02
		0,000



## Método

Hipótesis nula      Todas las varianzas son iguales  
 Hipótesis alterna    Por lo menos una varianza es diferente  
 Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

*Se utiliza el método F. Este método es exacto sólo para datos normales.*

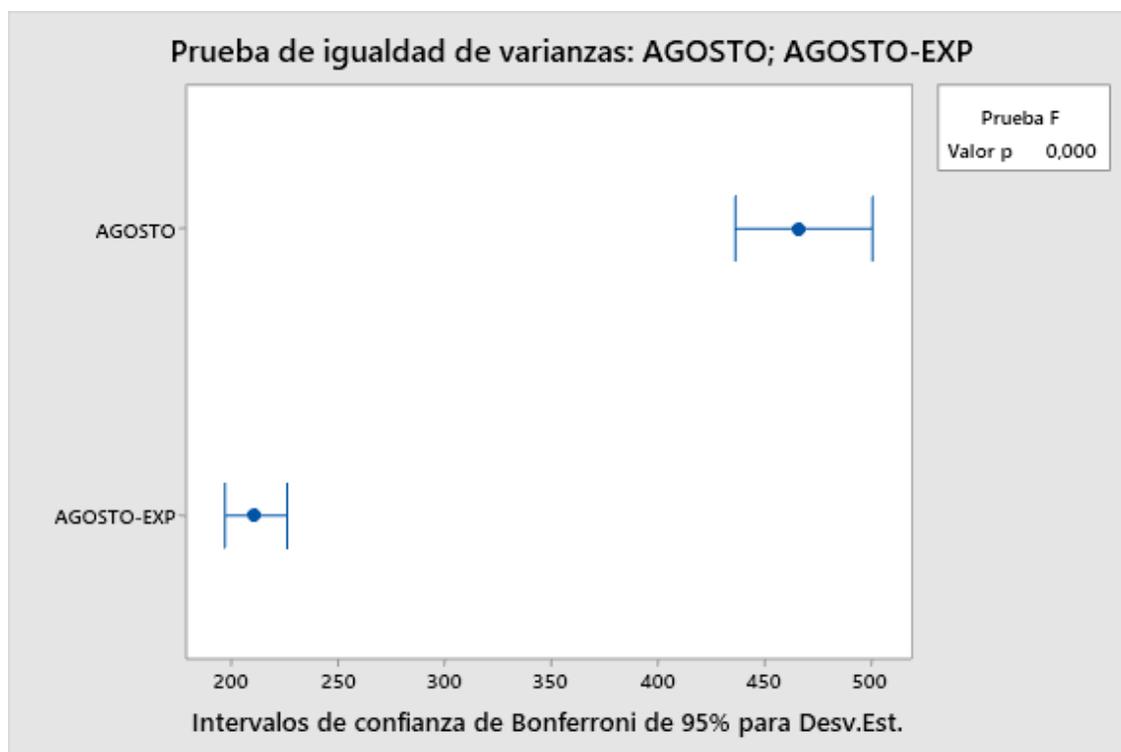
## Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Muestra	N	Desv.Est.	IC
AGOSTO	536	466,523	(436,550; 500,742)
AGOSTO-EXP	536	210,778	(197,236; 226,238)

*Nivel de confianza individual = 97,5%*

## Pruebas

	Estadística	Valor p
Método de prueba		
F	4,90	0,000



## Método

Hipótesis nula      Todas las varianzas son iguales  
 Hipótesis alterna    Por lo menos una varianza es diferente  
 Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

*Se utiliza el método F. Este método es exacto sólo para datos normales.*

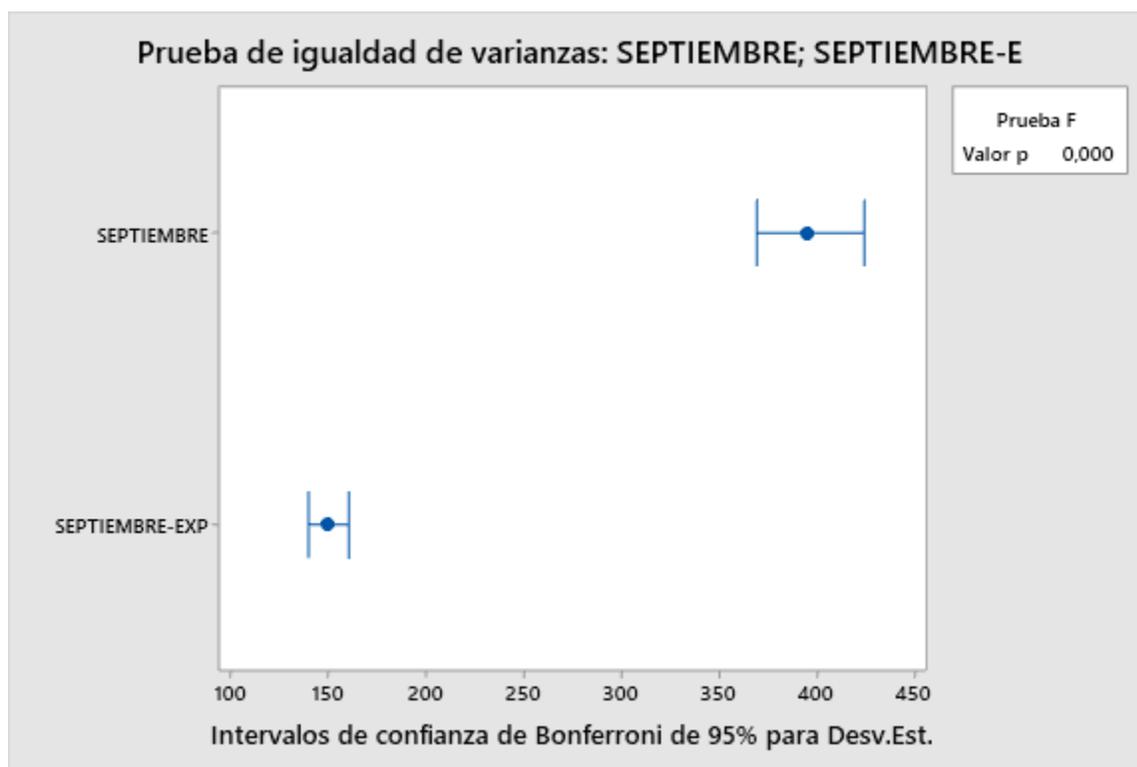
## Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Muestra	N	Desv.Est.	IC
SEPTIEMBRE	529	395,075	(369,536; 424,258)
SEPTIEMBRE-EXP	529	149,777	(140,095; 160,840)

*Nivel de confianza individual = 97,5%*

## Pruebas

	Estadística	Valor p
Método de prueba		
F	6,96	0,000



Fuente: Minitab

En la *Figura 35*, aplicando la estadística descriptiva utilizando la prueba de igualdad de varianzas en el segundo trimestre con un nivel de confianza del 95%, asumiendo una distribución normal en base a la gráfica de Box- Cox (transformación de datos) T de dos muestras para el segundo trimestre, se considera el p-valor  $< \alpha$  (0.05), Rechazar  $H_0$  (Aceptar  $H_a$ ) no todas las varianzas son iguales, para posterior usar la Prueba T de dos muestras.

**Figura 36.** Prueba T e IC de dos muestras mensuales – Aplicado vs. Experimento

## Prueba T e IC de dos muestras

### Método

$\mu_1$ : media de ABRIL

$\mu_2$ : media de ABRIL-EXP

Diferencia:  $\mu_1 - \mu_2$

*No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.*

### Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
ABRIL	653	26,2	39,8	1,6
ABRIL-EXP	653	144	153	6,0

### Estimación de la diferencia

IC de 95% para  
Diferencia la diferencia  
 -117,94 (-130,11; -105,78)

### Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T GL Valor p  
 -19,03 739 0,000

## Método

$\mu_1$ : media de MAYO

$\mu_2$ : media de MAYO-EXP

Diferencia:  $\mu_1 - \mu_2$

*No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.*

## Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
MAYO	548	20,2	30,8	1,3
MAYO-EXP	548	121,8	90,1	3,8

## Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
-101,67	(-109,65; -93,68)

## Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
-25,00	672	0,000

## Método

$\mu_1$ : media de JUNIO

$\mu_2$ : media de JUNIO-EXP

Diferencia:  $\mu_1 - \mu_2$

*No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.*

## Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
JUNIO	590	28,5	51,0	2,1
JUNIO-EXP	590	150	141	5,8

## Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
-121,48	(-133,59; -109,37)

## Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T GL Valor p

-19,69 740 0,000

## Método

$\mu_1$ : media de JULIO

$\mu_2$ : media de JULIO-EXP

Diferencia:  $\mu_1 - \mu_2$

*No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.*

## Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
JULIO	566	35,9	52,4	2,2
JULIO-EXP	566	233	379	16

## Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
-197,3	(-228,8; -165,7)

## Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T GL Valor p

-12,27 586 0,000

## Método

$\mu_1$ : media de AGOSTO

$\mu_2$ : media de AGOSTO-EXP

Diferencia:  $\mu_1 - \mu_2$

*No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.*

## Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
AGOSTO	536	56	467	20
AGOSTO-EXP	536	159	211	9,1

## Estimación de la diferencia

IC de 95%  
para la  
Diferencia diferencia  
-103,0 (-146,4; -59,6)

## Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T GL Valor p

-4,66 744 0,000

## Método

$\mu_1$ : media de SEPTIEMBRE

$\mu_2$ : media de SEPTIEMBRE-EXP

Diferencia:  $\mu_1 - \mu_2$

*No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.*

## Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
SEPTIEMBRE	529	66	395	17
SEPTIEMBRE-EXP	529	133	150	6,5

## Estimación de la diferencia

IC de 95% para la Diferencia	
Diferencia	diferencia
-66,8	(-102,9; -30,7)

## Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
-3,64	676	0,000

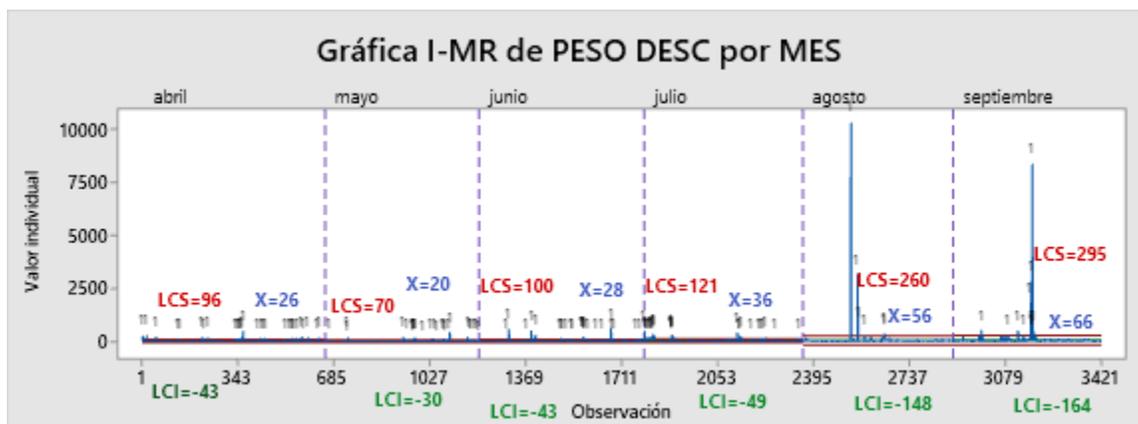
Fuente: Minitab

En la *Figura 36*, utilizando la prueba T de dos muestras para el segundo trimestre, se considera el  $p\text{-value} < \alpha$  (0.05), demostrando que si hay diferencia estadísticamente significativa en cada mes del segundo y tercer trimestre del año 2021.

### 5.3.2. Carta de control

Mediante un análisis gráfico se utilizó el comando Gráfica de control – gráfica de variables para valores individuales - I-MR, entre el límite de control superior (L.C.S.) y el límite de control inferior (L.C.I.), evidenciando los resultados estadísticos comparados en ambos grupos.

**Figura 37.** Gráfica I-MR entre grupos – General



Fuente: Minitab

**Figura 38.** Estadística descriptiva entre grupos – General

#### Estadísticas

Variable	Media
ABRIL	26,16
ABRIL-EXP	144,10
MAYO	20,15
MAYO-EXP	121,82
JUNIO	28,49
JUNIO-EXP	149,97
JULIO	35,89
JULIO-EXP	233,2
AGOSTO	55,8
AGOSTO-EXP	158,75
SEPTIEMBRE	65,8
SEPTIEMBRE-EXP	132,55

Fuente: Minitab

En la *Figura 37*, se observa el valor de los grupos en “X” demuestra la media visual encontrada, de la etapa antes del experimento, el segundo valor define el aumento de la media con la experimentación, determinando la mejora en la capacidad del proceso del antes con el después estableciendo los límites de control revisados.

Utilizando Anova de un solo factor, se obtuvo conclusiones estadísticamente válidas sobre las diferencias entre las medias individuales.

**Figura 39.** Anova de un solo factor, método Games - Howell – General

### Método

Hipótesis nula      Todas las medias son iguales  
 Hipótesis alterna      No todas las medias son iguales  
 Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

*No se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	6	ABRIL; MAYO; JUNIO; JULIO; AGOSTO; SEPTIEMBRE

### Prueba de Welch

Fuente	Num GL	Den GL	Valor F	Valor p
Factor	5	1521,00	9,73	0,000

### Resumen del modelo

R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,44%	0,07%

### Medias

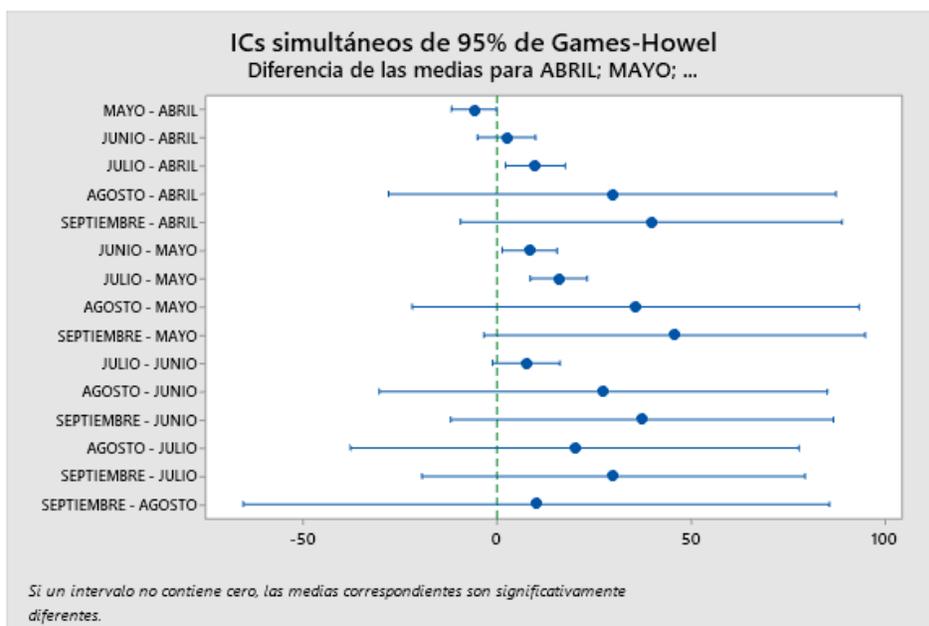
Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
ABRIL	653	26,16	39,76	(23,10; 29,22)
MAYO	548	20,15	30,78	(17,57; 22,73)
JUNIO	590	28,49	50,95	(24,37; 32,61)
JULIO	566	35,89	52,40	(31,56; 40,22)
AGOSTO	536	55,8	466,5	(16,2; 95,3)
SEPTIEMBRE	529	65,8	395,1	(32,0; 99,5)

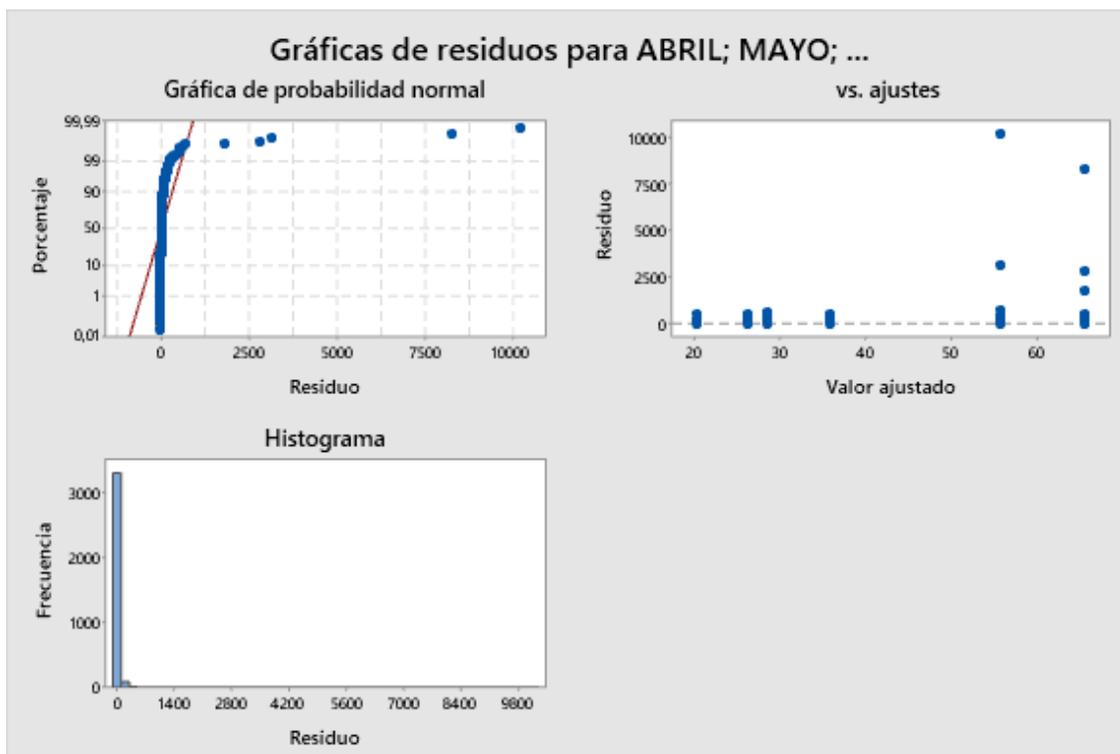
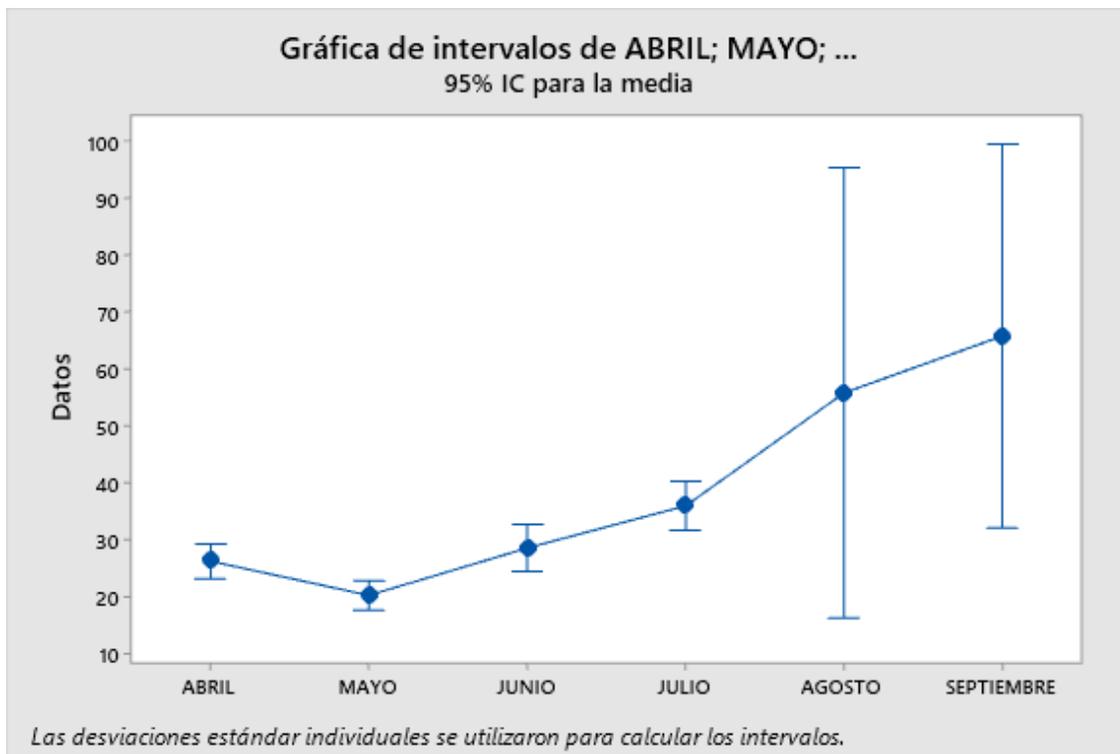
## Comparaciones en parejas de Games-Howell

### Agrupar información utilizando el método de Games-Howell y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
SEPTIEMBRE	529	65,8	A B C
AGOSTO	536	55,8	A B C
JULIO	566	35,89	A
JUNIO	590	28,49	C
ABRIL	653	26,16	C
MAYO	548	20,15	B

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*





Fuente: Minitab

En la *Figura 39*, se observa que, al no ser varianzas iguales en base a la prueba de igualdad de varianzas, se aplica Anova de un solo factor utilizando el test Games Howel demostrando en el gráfico izquierdo que a pesar que hay meses que coincidan como agosto – abril, agosto – mayo y no hay diferencia significativa, mientras que en el gráfico de lado derecho demuestra la tendencia a igualarse en los últimos meses.

## 6. CONCLUSIONES

Del proceso de experimentación se utilizó un total de 200 muestras, esta cantidad se tomó en consideración a la Norma INEN – 2859, mismas que fueron divididas en grupos para su validación determinando el porcentaje promedio de impurezas obtenido es de 3,51% óptimo para aplicar como parámetro de control de calidad en cada recepción de material ferroso.

Prueba de la hipótesis específica 1

La primera hipótesis específica que se planteó al inicio de la investigación es la siguiente:

- a. La identificación de un modelo de control permite mejorar la clasificación de material ferroso en base a la tipología y trayectoria de almacenes.**

Para demostrar esta hipótesis se evaluó que el diseño del área de procesamiento dentro de la planta industrial no está siendo utilizado adecuadamente para el almacenamiento de las materias primas (incluyendo los movimientos de compra, operaciones de descargas de importaciones, operaciones del proceso), debido a esto se toman en consideración factores que influyen:

- Determinar la superficie necesaria pavimentada para la ubicación de las materias primas dada su tipología.
- Ubicación estratégica para que las operaciones del proceso fluyan de manera más ágil (los manipuladores no incurran en largos desplazamientos y riesgos innecesarios de operación).

El modelo de control a implementar se basará en un proceso de homologación, partir de la estandarización y descomposición de las existencias físicas, donde se individualizará e identificará cada componente asociándole el parámetro o propiedad correspondiente (clase, grupo, atributos). Los almacenes como principio deben todas sus existencias ser calculados en base a sus costos de adquisición, costos de transformación y otros costos, permitiendo a la organización tener la disponibilidad de materias primas óptimas, para reprocesar, mermas técnicas, porcentaje de impureza aplicar en las compras de material ferroso.

Prueba de la hipótesis específica 2

La segunda hipótesis específica que se planteó al inicio de la investigación es la siguiente:

**b. El sistema de control y auditorias de inventario permite demostrar con mayor exactitud el stock físico de chatarra.**

Se demostró que es necesario realizar un sistema de control y auditoria de inventario, al momento de realizar el levantamiento de los volúmenes de chatarra en base a la tipología e introducirlos al Minitab, se comprobó que las medias de los lotes de chatarra en cada periodo de tiempo tomados son diferentes, evidenciando estadísticamente que la hipótesis alternativa es válida y que los intervalos aplicados con la experimentación de optimización es el ideal, dado a que el porcentaje aplicado en la calificación de chatarra no es el real, al que se determinó en todas las etapas del proceso de metalurgia.

Además, a esto se le suma la falta de ejecución de manera periódica de ajustes en todas las bodegas de material ferroso, ocasiona que las cantidades de existencias entre los inventarios virtuales versus los físicos, continúen con incrementos de diferencias. De aplicar una auditoria de inventario minuciosa permitirá encerrar las bodegas de material ferroso en todas sus categorías, obteniendo a un valor neto razonable todas sus existencias (NIC 2), información prioritaria a ser usada por la parte financiera y operaciones.

Prueba de la hipótesis específica 3

La tercera hipótesis específica que se planteó al inicio de la investigación es la siguiente:

**c. Los parámetros de control de calidad permiten conocer los niveles de impurezas en cada tipo de chatarra.**

Finalmente se pudo comprobar que el modelo de control de inventario con la implementación de la herramienta Minitab, tiene alta precisión al momento de determinar los parámetros de control de calidad, aplicando la Gráfica I-MR permite monitorear el modelo de control su estabilidad durante el tiempo, de manera que se puede identificar y corregir el porcentaje de impureza aplicar durante cada ejercicio fiscal en las mermas técnicas, evitando la acumulación de ajustes sin realizar de stock sobrevalorados en las bodegas virtuales de material ferroso en los periodos que correspondan, basados en la norma (NIC 8).

## 7. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar el muestreo al menos una vez al año, con el fin de mantener el control de las cantidades de existencia de las materias primas, con un ordenamiento layout para agrupar los materiales de una misma categoría en un solo lugar delimitado y pavimentado, ya que esto permite tener mejor apreciación al momento de la toma de los volúmenes en la toma de datos y mantener este tipo de estadística actualizado.
2. Se recomienda que el porcentaje a descontar por impurezas para los tipos de chatarra voluminosos (chatarra tipo B y C) que se recepcionan en la compra diaria en el departamento de captación, sea de al menos el 3% del peso neto de la carga de chatarra recibida, de acuerdo a lo que se ha demostrado estadísticamente con los datos obtenidos en este sistema de control y auditorias, donde fue sometido este material a su recuperación en las diferentes etapas del proceso metalúrgico, siendo este porcentaje de impurezas el que afecta a los procesos productivos y a los inventarios de chatarra.
3. Se recomienda proceder a realizar ajustes periódicos con el fin de dejar en stock cero todas sus sucursales al menos una vez al año, para validar los ajustes por mermas e impurezas que se requieran y mantener un control del stock físico y virtual; y de ser posible adquirir la licencia de uso de la herramienta estadística Minitab para el monitoreo y elaboración de cartas de control, estableciendo cronogramas mensuales con las áreas correspondientes en la ejecución de ajustes mensuales en las bodegas de chatarra.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Residus Catalunya. (s.f.). *Residus*. Obtenido de Residus: [http://residus.gencat.cat/web/.content/home/lagencia/publicacions/prevencio/guia\\_metale\\_s\\_ok.pdf](http://residus.gencat.cat/web/.content/home/lagencia/publicacions/prevencio/guia_metale_s_ok.pdf)
- Alacero. (2019). *Cifras: Alacero*. Obtenido de [https://www.alacero.org/sites/default/files/publicacion/america\\_latina\\_en\\_cifras\\_2019\\_es-en\\_web.pdf](https://www.alacero.org/sites/default/files/publicacion/america_latina_en_cifras_2019_es-en_web.pdf)
- Alberto, R. T. (3 de Agosto de 2018). *scielo*. Obtenido de scielo: <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/v15n30/1794-1237-eia-15-30-195.pdf>
- Arenas, M. (11 de noviembre de 2016). *Ferrovial*. Obtenido de Ferrovial: <https://blog.ferrovial.com/es/2016/11/reciclaje-comenzo-cuando-los-griegos-descubrieron-los-vertederos/>
- Associaton, W. S. (Febrero de 2020). Obtenido de [https://www.worldsteel.org/internet-2017/steel-by-topic/statistics/steel-data-viewer/MCSP\\_crude\\_steel\\_monthly/CHN/WORLD\\_ALL](https://www.worldsteel.org/internet-2017/steel-by-topic/statistics/steel-data-viewer/MCSP_crude_steel_monthly/CHN/WORLD_ALL)
- Becher, M. (21 de Noviembre de 2016). *Excellence blog*. Obtenido de Excellence blog: <https://blog.softexpert.com/es/5-motivos-para-buscar-la-certificacion-iso-9001/#:~:text=La%20certificaci%C3%B3n%20ISO%209001,productos%2C%20servicios%20y%20procesos%20internos.&text=A%20trav%C3%A9s%20de%20la%20ISO,mayor%20valor%20a%20sus%20clientes.>)
- Carillo, D. C. (3 de julio de 2017). Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2104>
- Cedeño, M. (12 de junio de 2015). *Revista Lideres*. Obtenido de Revista Lideres : <https://www.revistalideres.ec/lideres/metal-reciclado-pesa-industria.html>
- Chicama, B. F. (15 de Septiembre de 2019). *core.ac*. Obtenido de core.ac: <https://core.ac.uk/download/pdf/211176894.pdf>
- Contreras, Z. (15 de junio de 2013). *Fesc*. Obtenido de Fesc: <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/35>
- Ecuador, C. N. (9 de julio de 2020). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021.pdf*. Obtenido de Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021.pdf: [https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL\\_0K.compressed1.pdf](https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf)

- Eude. (14 de mayo de 2019). *Eude*. Obtenido de Eude: <https://www.eude.es/blog/eficiencia-eficacia-diferencias/#:~:text=Definici%C3%B3n%20de%20eficiencia,poder%20conseguir%20un%20mismo%20objetivo>.
- Foundry, R. (2020). *Reliance*. Obtenido de Reliance: <https://www.reliance-foundry.com/blog/metales-ferrosos-no-ferrosos-es#gref>
- Franklin Roosevelt, B. (2010). *Repositorio*. Obtenido de Repositorio: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3999/1/3954.BALON%20LOPEZ%20FRANKLIN.pdf>
- La Economía Global y la Industria Siderúrgica-ProQuest, s. (9 de julio de 2020 ). Obtenido de <https://search.proquest.com/openview/7564e9b6d41cca8939fecdf95732b025/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1536340>
- Lobo, C. S. (6 de junio de 2004). *Fundaciontierraviva*. Obtenido de Funfaciontierraviva: [http://fundaciontierraviva.cl/wp-content/uploads/2017/05/A\\_Reciclar\\_Chatarra.pdf](http://fundaciontierraviva.cl/wp-content/uploads/2017/05/A_Reciclar_Chatarra.pdf)
- MAE. (2014). *Estadísticas de Biocomercio en Ecuador*.
- Martinez, R. (19 de Diciembre de 2018). *ISRI*. Obtenido de ISRI: <https://www.isri.org/news-publications/newsletters/leadershipupdate>
- Maya, B. (25 de abril de 2017). *Ipadizate*. Obtenido de Ipadizate: <https://www.ipadizate.es/2017/04/25/liam-robot-apple-desmonta-recicla-iphone/>
- Mendoza Cruz, A. (2017). *Repositorio*. Obtenido de Repositorio: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/16424/1/Tesis%20Alexandra%20Mendoza%20C..pdf>
- Monthly, C. S. (marzo de 2020 ). *worldsteel.org*. Obtenido de worldsteel.org: [https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/steel-data-viewer/MCSP\\_crude\\_steel\\_monthly/CHN/IND](https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/steel-data-viewer/MCSP_crude_steel_monthly/CHN/IND)
- Muñoz, E. G. (25 de Octubre de 2020). *Oceupe*. Obtenido de Oceupe: <https://www.ceupe.com/blog/que-son-los-flujos-de-materiales.html>
- NEELY, J. E. (8 de Junio de 2000). *Metalurgia y Materiales Industriales*. Obtenido de Metalurgia y Materiales Industriales: <https://www.casadellibro.com/libro-metalurgia-y-materiales-industriales/9789681858926/689490>

- Nexon*. (29 de junio de 2019). Obtenido de Nexon: <http://www.nexonrobotics.com/2018/11/05/los-10-principios-basicos-del-manejo-de-materiales/#:~:text=Principio%20del%20sistema%3A%20las%20actividades,transporte%20y%20manejo%20de%20reclamaciones>.
- Parrales, F. (27 de Febrero de 2017). *ractem*. Obtenido de *ractem*: <https://www.ractem.es/blog/que-metodos-almacenamiento-existen>
- Pérez Gosende, P. C.-J. (5 de marzo de 2016). Obtenido de [www.recuperacion.org](http://www.recuperacion.org)
- Pesantez Mantuano, V. (18 de julio de 2016). *Repositorio*. Obtenido de Repositorio: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18387/1/TESIS-PESANTEZ-VICTOR-FINAL.pdf>
- Prezi*. (28 de Septiembre de 2016). Obtenido de Prezi: <https://prezi.com/bbr2r05bdafy/analisis-de-la-norma-iso-14041/>
- Ramirez, M. (28 de Agosto de 2017). *Prezi*. Obtenido de Prezi : <https://prezi.com/dqahykuyowbu/ciclo-de-vida-chatarra/>
- Reyes, R. (2 de febrero de 2020). *ecobidon* . Obtenido de *ecobidon* : <https://ecobidon.com/que-es-el-reciclaje-industrial/>
- Rodríguez, J. (20 de diciembre de 2007). *Interempresas*. Obtenido de Interempresas: <https://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/19655-La-importancia-del-reciclado-del-metal.html>
- Santiago, C. M.-O.-S. (22 de Octubre de 2015). *scielo.conicyt*. Obtenido de *scielo.conicyt*: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v25n2/0718-3305-ingeniare-25-02-00264.pdf>
- Taboada, O. P.-S.-C. (22 de Octubre de 2015). *scielo.conicyt*. Obtenido de *scielo.conicyt*: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v25n2/0718-3305-ingeniare-25-02-00264.pdf>
- Uribe Castellanos, S. (8 de octubre de 2012). *Dspace*. Obtenido de Dspace: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1329/1/T-UCE-0003-207.pdf>
- Valencia Espinoza, C. (2014). *Dspace*. Obtenido de Dspace: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/754/1/ti881.pdf>
- Yanez, A. (15 de noviembre de 2019). *Proyectedeecologiatrics*. Obtenido de *Proyectedeecologiatrics*: <https://prtoyectedeecologiatrics.blogspot.com/2019/>
- Zazenco.word*. (11 de Enero de 2015). Obtenido de *Zazenco.word*: <https://zazenco.wordpress.com/2015/01/11diferencia-entre-mermas-y-desperdicios>

## 9. ANEXOS

### 9.1. Anexo 1

	<b>INSTRUCTIVO PARA LA RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAL FERROSO</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	--	---

Página 1 de 17

#### 1. CODIGO ANTERIOR

Nuevo

#### 2. OBJETIVO

Preparar el Material Ferroso con la densidad y dimensiones requeridas para la alimentación del horno eléctrico, minimizando las actividades y tiempos improductivos, para que en función del mix de carga establecido se minimicen los tiempos improductivos.

#### 3. ALCANCE

Este instructivo abarca desde la recepción de la chatarra en patio, donde es calificada para proceder primero a su clasificación por tipo y posterior procesamiento, hasta la entrega en el horno del material ferroso preparado.

#### 4. DEFINICIONES

**Material Ferroso:** son aquellos materiales que contienen hierro como elemento base; pueden llevar además pequeñas proporciones de otros.

**Material ferroso calificado preparado:** es aquel material que ha sido preparado en las máquinas procesadoras de chatarra para ser utilizado en el horno de fundición.

**Material ferroso calificado no preparado:** es aquel material que no ha sido sometido a ningún proceso y es considerado como chatarra suelta.

Revisado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

	<b>INSTRUCTIVO PARA LA RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAL FERROSO</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	--	---

Página 2 de 17

**5. RESPONSABILIDADES**

Gerente de Captación de Materia Prima. - Planificar y disponer eficientemente todo recurso productivo y humano, de acuerdo a la disponibilidad del proceso de Captación de Materia Prima en Planta Matriz – GYE como en los Centros de Acopio a nivel nacional, con la finalidad de abastecer la demanda de chatarra por parte de la Acería.

Especialista de Procesamiento Chatarra. - Planificar en función del programa de producción emitido por la Acería, las cantidades y tipos de chatarra preparada (Mix de carga) a ser entregada al horno, coordinando con los Supervisores todos los trabajos y acciones requeridas para el efecto, garantizando el cumplimiento del procedimiento y el uso adecuado de todo recurso humano y productivo para los fines pertinentes.

Supervisor de Procesamiento Chatarra. - Implementar, mantener y garantizar el cumplimiento del presente procedimiento, el control y mejoramiento continuo.

**6. GENERALIDADES**

No aplica

**7. DESARROLLO**

El Especialista de Procesamiento Chatarra y supervisor de procesamiento, distribuyen el material ferroso de acuerdo con su tamaño y densidad direccionándolo a los diferentes procesos internos, los cuales se detallan a continuación:

Revisado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

	<b>INSTRUCTIVO PARA LA RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAL FERROSO</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	--	---

Página 3 de 17

### 7.1.- Recepción y pesaje de chatarra adquirida.

El departamento de Captación de Materia Prima, realiza la gestión administrativa y comercial para la adquisición del material ferroso.

Una vez en planta, el sistema logístico con que se transporta la chatarra (Bañeras, Camiones, entre otros) se direcciona a la báscula de pesaje tal como se ilustra en la **Figura PMP.1**, donde:



**Figura PMP.1 – Recepción y Pesaje de Material Ferroso.**

El pesador deberá verificar antes del pesaje que el vehículo esté bien ubicado sobre la báscula y sin ningún ocupante en su interior. En báscula se realizarán capturarán dos pesos:

- el pesaje inicial (peso del Material Ferroso más peso del vehículo), para el efecto dicho peso se registra en el documento Ticket de material ferroso (original y cuatro copias) para entregarlo al proveedor de Material Ferroso.

Revisado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

	<b>INSTRUCTIVO PARA LA RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAL FERROSO</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	--	---

Página 4 de 17

- Luego de la descarga, el vehículo se dirigirá a la báscula, el pesador buscará el número de orden de compra o transferencia impreso en el ticket, verificará que la calificación esté registrada en el ticket e ingresada en el sistema, para de esta forma registrar el peso de salida del vehículo (tara), y así obtener el peso neto del material ferroso que también se registrará en el ticket de Material Ferroso, para esta operación se aplicarán iguales precauciones que en el primer pesaje, según “Procedimiento para recepción de material ferroso” vigente.

**7.1.1.-** Finalizado el proceso de pesaje (Peso Bruto), se direcciona al vehículo que transporta la chatarra, hacia el patio en la zona de descarga de chatarra (**Ver Figura PMP.2**).

Nota: De acuerdo a la administración y disponibilidad de espacio en el patio de chatarra, se establece la zona de descarga, siempre y cuando mantenga acceso a las máquinas de procesamiento, áreas de corte y reciclaje manual.



(Vista Frontal de la Descarga)



(Vista Superior de la Descarga)

**Figura PMP.2– Descarga y Puesta en Patio la Chatarra.**

Revisado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

	<b>INSTRUCTIVO PARA LA RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAL FERROSO</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	--	---

Página 5 de 17

**7.1.2.-** Se procede a descargar la chatarra mediante el uso de una Grúa Manipuladora o Excavadora de orugas en la zona asignada, luego de que la chatarra se ha descargado, empieza el proceso de Procesamiento de Materia Prima, misma que ha sido adquirida ya sea de manera local o por importación.

Nota: La preparación de la chatarra local implica el procesamiento, limpieza y para enviarla a la Acería, mientras que la chatarra importada por lo general se la adquiere lista para ser entregada a la Acería.

**7.1.3.-** El Calificador de Chatarra procede a supervisar la descarga de materia prima donde evalúa objetivamente la calidad y tipo de chatarra adquirida y adicional cuantifica las impurezas o materiales contaminantes que pudieren llegar como parte de la misma

Nota: El Calificador de chatarra evalúa la calidad de la materia prima en base a la tabla de calificación de chatarra, diferenciándola por tipo: A, B o C.

**7.1.4.-** El operador de la grúa manipuladora o excavadora, desembarca la chatarra apilándola en montículos. Por lo general se descarga en zonas cercanas o adyacentes a las Máquinas procesadoras, para su posterior procesamiento.

Nota: En el proceso de descarga de la materia prima en patio, se procede a generar un primer filtro de inspección para la separación de impurezas y metales no ferrosos y no metálicos de la chatarra adquirida, tal como se ilustra en la Figura PMP.3. Esto lo realiza el Calificador de Chatarra en conjunto con el Operador de Grúa manipuladora o excavadora y el Supervisor de Patio.

Revisado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

	<b>INSTRUCTIVO PARA LA RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAL FERROSO</b>	<p>Código: Sin Asignar</p> <p>Versión: En revisión</p>
--	--	--

Página 6 de 17



(a)



(b)

**Figura PMP.3– Impurezas dentro de la Chatarra.**

**(a) – Chatarrización de un Vehículo – Separación del Material No Metálico.**

**(b) – Metales No Ferrosos.**

**7.1.5.** Posterior, el vehículo se dirige hasta el lugar designado para el de retiro de material ferroso de “Material menudo”, donde una manipuladora con un electroimán, retira la chatarra de menor dimensión, de acuerdo a la ilustración de la **Figura PMP4.**



(Grúa con Electro Imán)



(Descarga de Chatarra)

**Figura PMF.4 – Descarga de Material Ferroso de Menor dimensión.**

Revisado por:

Aprobado por:

	<b>INSTRUCTIVO PARA LA RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAL FERROSO</b>	<p>Código: Sin Asignar</p> <p>Versión: En revisión</p>
--	--	--

Página 115 de  
17

## 7.2.- Procesamiento de Materia Prima

Luego de que se ha cumplido con todo el proceso de recepción de la chatarra, el área de procesamiento despliega sus equipos y personal operativo para abastecer el proceso de preparación que se detallan a continuación:

### 7.2.1.- Proceso de Cizallado en Maquina Vezzani.



(a)



(b)



(c)

Revisado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

	<b>INSTRUCTIVO PARA LA RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAL FERROSO</b>	<p>Código: Sin Asignar</p> <p>Versión: En revisión</p>
--	--	--

Página 8 de 17



(d)



(e)



(f)

**Figura PMP.5 – Máquina Vezzani y Secuencia de Trabajo.**

- (a) – Máquina Vezzani.
- (b) – Secuencia de Trabajo: Manipulación y abastecimiento de la Chatarra.
- (c) – Secuencia de Trabajo: Descarga de la Chatarra en la caja de carga.
- (d) – Secuencia de Trabajo: Compactación y Cizallado de la Chatarra.
- (e) – Separación de Impurezas y no ferrosos. (Mesa vibrante y tambor magnético).
- (f) – Chatarra Procesada.

Revisado por:

Aprobado por:

	<b>INSTRUCTIVO PARA LA RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAL FERROSO</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	--	---

Página 9 de 17

La chatarra que se encuentra almacenada virtualmente en la bodega de compra es trasladada y depositada en la bandeja de alimentación de la máquina con la utilización del brazo grúa, posterior inician las operaciones de compactado y cizallado.

Una vez que la chatarra ha sido cizallada, cae en la bandeja vibrante para luego deslizarse hasta el tambor magnético y posterior hacia el sistema de evacuación mediante banda transportadora.

La chatarra procesada es colocada en una bañera mediante la utilización de la grúa manipuladora, para luego dirigirse hasta la báscula y registrar su peso mediante el uso de un ticket, documento que sirve para el control interno de los supervisores y para la entrega al responsable de la recepción en el horno, luego es trasladada y almacenada en los boxes de carga del horno o bodega de tránsito.



**Figura PMP.6 – Separación de Material No Ferroso y No Metálico.**

Revisado por:

Aprobado por:

	<b>INSTRUCTIVO PARA LA RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAL FERROSO</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	--	---

Página 10 de 17

Cabe indicar que la función de la mesa vibrante como del tambor magnético es separar las impurezas presentes en la chatarra, materiales que son nocivos y que afectan al proceso de fundición, así como los materiales NO FERROSOS que no se imantan en el tambor magnético y que caen por gravedad a una banda transportadora de desperdicios y que finalmente se almacenan en un contenedor para su posterior limpieza y clasificación.

La separación de estas impurezas se realiza de forma manual, tal como se ilustra en la **Figura PMP.6**, mediante la participación de un grupo de colaboradores que pertenece al área de procesamiento de Materia Prima, logrando de esta manera la recuperación, separación y clasificación de todos los materiales NO FERROSOS (Cobre, bronce, Aluminio, Acero inoxidable), que se encuentran mezclados con la tierra.

#### **7.2.2.- Proceso de Cizallado en Prensa Taurus**

El Operador de grúa manipuladora abastece la caja de carga con chatarra suelta. El Operador de la máquina Taurus (**Ver Figura PMP.7**) desde la cabina de control, cierra las compuertas y empieza el ciclo de cizallado de la chatarra.

Finalmente el material cizallado cae a una mesa vibrante, posterior se deslizan hasta la cinta transportadora y finalmente se acumulan en un área específica. De igual manera se obtienen impurezas (chatarra menuda y tierra), mismas que son separadas mediante el uso de la bandeja vibrante y almacenadas en un contenedor metálico hasta que se completa su capacidad (1 Ton aprox.), este cajón es trasladado hacia un área específica en donde y se deposita para el reciclaje manual.

Revisado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

	<b>INSTRUCTIVO PARA LA RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAL FERROSO</b>	<p>Código: Sin Asignar</p> <p>Versión: En revisión</p>
--	--	--

Página 11 de 17

**Nota:**

Luego del proceso de reciclaje manual, la chatarra recuperada es enviada a la planta y el desecho industrial restante (tierra, óxido y materiales inertes) generado de las máquinas procesadoras (Vezzani y Taurus) es pesado mediante tickets y finalmente evacuado por el gestor de residuos sólidos habilitado según disposiciones del departamento de Gestión Ambiental.



(a)

**Figura PMP.7.a – Máquina Cizallado en Prensa Taurus.**

(b)



(c)

Revisado por:

Aprobado por:

	<b>INSTRUCTIVO PARA LA RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAL FERROSO</b>	<p>Código: Sin Asignar</p> <p>Versión: En revisión</p>
--	--	--

Página 12 de 17



(d)

(e)

**Figura PMP.7 – Máquina Cizallado en Prensa Taurus.**

**(a) – Máquina Prensa Taurus.**

**(b) – Secuencia de Trabajo: Abastecimiento y Descarga de la Chatarra - Plataforma de Volteo.**

**(d) – Secuencia de Trabajo: Ciclo de volteo de la Plataforma de carga de Chatarra.**

**(e) – Secuencia de Trabajo: Compactación y Cizallado Vertical de la Chatarra.**

#### **7.1.4.- Proceso de Corte de Material Ferroso.**

El proceso de Corte u oxycorte se utiliza para procesar la chatarra que por su densidad (Espesor mayor a 6 mm. y dimensiones mayores a 50 cm.) y que no puede ser sometida a la preparación en las procesadoras.

De entre la chatarra comprada, las más comunes están:

- Chatarra estructural, maquinarias industriales, equipos camineros, etc. Corte con soplete.
- Chatarra de retorno como: Palanquillas, Cobles, marranos (grandes y medianos). Corte con lanza.

Revisado por:

Aprobado por:

	<b>INSTRUCTIVO PARA LA RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAL FERROSO</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	--	---

Página 13 de 17

Este tipo de chatarra es separada en el área de descarga de chatarra o en las áreas de desechos de acería (Marranos grandes, medianos y pequeños o menudos) y se trasladan mediante el uso de bañeras o volquetas hacia el área designada para el oxicorte. La medida estándar de chatarra cortada es de aproximadamente 50 cm X 50 cm x 50 cm.

Luego de que se ha procedido a la operación de oxicorte ya sea mediante soplete o lanza y teniendo el material medidas tridimensionales como las detalladas en el párrafo anterior, con la ayuda de manipuladoras o grúas, bañeras y de volquetes se lleva el material ferroso cortado a la báscula para determinar su peso neto, el cual será impreso en un ticket de recepción, para la posterior transferencia interna entre bodegas virtuales en el sistema ERP, con el fin que adicione contablemente el recargo por preparación correspondiente y el transporte interno. Una vez pesada se la almacena en la nave de la acería destinada para tal efecto.



**Figura PMP.8 – Proceso de Oxicorte.**

**(a) - Corte de marranos.**

**(b) .- Corte de chatarra terrestre.**

Revisado por:	Aprobado por:

	<b>INSTRUCTIVO PARA LA RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAL FERROSO</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	--	---

Página 14 de 17

**7.1.5.- Proceso de Zaranda.**

Este proceso se emplea para procesar las impurezas que se generan como resultado del procesamiento y también de la limpieza de las áreas de almacenamiento de chatarra son evacuadas y colocadas en un lugar de almacenamiento temporal, para posteriormente mediante el uso de una zaranda (Que funciona por el principio de la Mesa vibrante) proceder a separar los materiales ferrosos, no ferrosos y no metálicos de la tierra, tal como se ilustra en la **Figura PMP.9**.

**Nota:**

Todo material residual posterior a los procesos de compactación y cizallado, se apilan y se procesan a través de la zaranda, esto con el objetivo de garantizar el máximo aprovechamiento posible del material ferroso. Solamente se considera la tierra residual del proceso de zaranda, como desecho el cual se lo direcciona al Gestor de residuos sólidos no contaminados habilitado.



(a)



(b)

Revisado por:

Aprobado por:

	<b>INSTRUCTIVO PARA LA RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAL FERROSO</b>	<p>Código: Sin Asignar</p> <p>Versión: En revisión</p>
--	--	--

Página 15 de 17



(c)

(e)

**Figura PMP.9– Proceso de Zaranda y Limpieza de la Chatarra Procesada.**

- (a) – Secuencia de Trabajo: Apilamiento y Clasificación de Chatarra por procesar  
 (b) – Secuencia de Trabajo: Alimentación a la zaranda de Chatarra Por Procesar – Descarga Progresiva.  
 (c) – Separación y Obtención de Tierra.  
 (d) – Separación y Obtención de Chatarra Procesada (Mezcla de ferrosos, no ferrosos y no metálicos).

El proceso del área de Procesamiento de Materia Prima finaliza una vez se hayan concluido los siguientes dos puntos:

- En cuanto se descargue la Chatarra en los Boxes en la nave de acería tal como se ilustra en la **Figura PMP.10.a**.
- Al final del mes, es decir al momento en que culmina la producción mensual de acero, se procede al pesaje de la chatarra sobrante en los boxes, las impurezas o residuos de tierra e inertes con la finalidad de realizar la liquidación y mediante el uso del cuadro Resumen de chatarra entregada al horno determinar el peso neto de la chatarra enviada.

Revisado por:

Aprobado por:

	<b>INSTRUCTIVO PARA LA RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAL FERROSO</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	--	---

Página 16 de 17



(a)

(b)

**Figura PMP.10 – Descarga de Chatarra en los Boxes de Acería.**

**(a) – Descarga de Chatarra a través de Camiones, entre otros medios.**

**(b) – Apilamiento de Chatarra en los Boxes.**

Entregada la Chatarra al proceso de Acería, empieza en proceso de Fusión y Afino tomando la chatarra por medio de una grúa electroimán para depositarla en el Consteel.

### CONSIDERACIONES GENERALES DE PROCESO

Es necesario garantizar el proceso de **inspección y revisión** de la chatarra adquirida (Materia Prima) y procesada en cada etapa del proceso antes de que sea enviada a los boxes de carga. Para ello se identifica las siguientes etapas:

- Descarga de la Materia Prima en Patio – Inspección Visual General por parte del Calificador y del Operador de manipuladora /excavadora.
- Abastecimiento y descarga de Chatarra en las Máquinas de Procesamiento-Inspección visual por parte del Operador o Supervisor de Procesamiento Chatarra.

Revisado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

	<b>INSTRUCTIVO PARA LA RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAL FERROSO</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	--	---

Página 17 de 17

- Abastecimiento y descarga de Chatarra en las Máquinas de Procesamiento-Inspección visual por parte del Operador o Supervisor de Procesamiento Chatarra.

### **Observación:**

El personal debe tener en cuenta lo siguiente:

- Observará y aplicará en las tareas encomendadas lo definido en la Matriz de identificación de aspectos y evaluación de impactos ambientales del área.
- Hacer uso y aplicación de la Matriz IPER donde se definen los riesgos a que se hallan expuestos en sus actividades.
- El manejo de los desechos que se generan producto de las actividades serán manejados conforme al procedimiento para la gestión integral de los desechos.
- Es obligación de todos los colaboradores tener presente las indicaciones del reglamento interno de higiene y seguridad en el trabajo, prestando especial cuidado a al uso de EPP que se exija de acuerdo con las actividades a realizar en las diferentes áreas.

### **Referencias**

- Procedimiento para la gestión de compra de material ferroso por modalidad.
- Procedimiento para recepción de material ferroso comprado, transferido o donado.
- Matriz de identificación de aspectos y evaluación de impactos ambientales.
- Matriz IPER.
- Procedimiento para la gestión integral de los desechos.

### **Registros**

Ticket de recepción Varios

Revisado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

## 9.2. Anexo 2

	<b>INSTRUCTIVO PARA PARA EL RECICLAJE, CONTROL Y DESPACHO DE MATERIALES NO FERROSOS</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	---	---

Página 1 de 8

### 1. CODIGO ANTERIOR

Nuevo

### 2. OBJETIVO

Este procedimiento tiene por objetivo establecer y controlar el reciclaje, almacenaje y despacho de los materiales NO FERROSOS provenientes preparación de chatarra, en el del patio de Procesamiento de Materia Prima.

### 3. ALCANCE

El presente procedimiento abarca desde el reciclaje, clasificación, almacenamiento, custodia y despacho de material no ferroso en el sistema ERP.

Así mismo las transferencias virtuales entre las bodegas de almacenamiento.

### 4. DEFINICIONES

**Material no ferroso:** son aquellos materiales que no contiene hierro en cantidades apreciables y que más bien corresponden a metales o aleaciones tales como el aluminio, cobre, bronce, plomo, níquel, estaño, etc.

### 5. RESPONSABILIDADES

Especialista de Procesamiento Chatarra. - Planificar y direccionar todo trabajo asignado a los Supervisores, garantizando el cumplimiento del procedimiento y el uso adecuado de todo recurso humano y productivo para los fines pertinentes.

Revisado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

	<b>INSTRUCTIVO PARA PARA EL RECICLAJE, CONTROL Y DESPACHO DE MATERIALES NO FERROSOS</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	---	---

Página 2 de 8

Supervisor de Procesamiento Chatarra. - Implementar, mantener y garantizar el cumplimiento del presente procedimiento, el control y mejoramiento continuo.

Operadores y Auxiliares. - Ejecutar responsablemente el desarrollo integral del presente procedimiento.

## 6. GENERALIDADES

Parte del procedimiento se basa en lo expresado en el Acta de reunión sobre procedimiento para transferencias de materiales no ferrosos en el sistema BAAN, creada el 15 de septiembre del 2009.

## 7. DESARROLLO

### I. RECICLAJE, CLASIFICACIÓN y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES NO FERROSOS.

- a. El personal encargado del reciclaje (actualmente realizado por el personal de corte de chatarra), realizará la separación y clasificación manual de los materiales NO FERROSOS (Cobre, Bronce, Aluminio, Acero Inoxidable, etc.), que se encuentran en los desechos provenientes de los procesos de preparación de chatarra en el patio de procesamiento o como resultado del desguace de barcos.
- b. Una vez clasificado y apilado el material no ferroso, el personal encargado del reciclaje comunicará al Supervisor de Procesamiento para que se coordine el pesaje del material en la báscula del área de chatarra, registrando los pesos mediante tickets.
- c. Esta actividad de pesaje se la realiza por cada tipo de material no ferroso que se haya determinado.

Revisado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

	<b>INSTRUCTIVO PARA PARA EL RECICLAJE, CONTROL Y DESPACHO DE MATERIALES NO FERROSOS</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	---	---

Página 3 de 8

- d. Finalizado el proceso de pesaje, el personal encargado del reciclaje entregará la bitácora de registro de pesos al Supervisor de Procesamiento, con la finalidad de mantener el control del inventario diario y mensual del material No Ferrosos recuperado.
- e. El Supervisor, gestionará la dotación de una Grúa Manipuladora, montacargas o un Mini Cargador, para realizar el pesaje y traslado de los materiales NO FERROSOS hacia la bodega de reciclaje (cerramiento) y su entrega documentada a los responsables de dicha bodega que es el Departamento de Activo Fijo y Control de Inventario, para lo cual se debe comunicar mediante correo a las áreas de Activo y seguridad física para que estén presente en el proceso de entrega-recepción y se deje almacenado para su custodia.

**Nota:**

Posterior al procesamiento de la chatarra (Recibida) a través de la máquina cizalladora, se realiza el reciclaje y clasificación manual de la chatarra, tal como se ilustra en la Figura RE.1.



(a)

Revisado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

	<b>INSTRUCTIVO PARA PARA EL RECICLAJE, CONTROL Y DESPACHO DE MATERIALES NO FERROSOS</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	---	---

Página 4 de 8



(b)

(c)

**Figura RE.1 – Clasificación y separación manual de material no ferroso y no metálico.**

**(a) - Clasificación manual de chatarra ferrosa, no ferrosa y no metálica.**

**(b) - Separación de aluminio.**

**(c) - Separación de acero inoxidable.**

Para los materiales No Ferroso como es el cobre (Cu) y el bronce específicamente para el proceso de almacenamiento se realiza las siguientes actividades particulares:

- Estos dos tipos de materiales se almacenarán en contenedores metálicos, cuyas puertas estarán provistas de cadenas o cerraduras con candados. Los contenedores estarán dentro de la bodega de reciclaje de materiales NO FERROSOS, (**Ver Figura RE.2**).

Revisado por:

Aprobado por:

	<b>INSTRUCTIVO PARA PARA EL RECICLAJE, CONTROL Y DESPACHO DE MATERIALES NO FERROSOS</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	---	---

Página 5 de 8



(a)

(b)

**Figura RE.2 – Almacenamiento de Materiales No Ferrosos****(a) – Contenedor utilizado para el almacenamiento de cobre y bronce.****(b) – Cerramiento para el almacenamiento de chatarra no ferrosa.**

- El Supervisor de Procesamiento de Materia Prima, con todos los registros de pesos (Tickets) efectuados, llenará un formato digital de Registro de pesos, donde constará: fecha, # de ticket de pesaje, peso neto, procedencia y tipo de material NO FERROSO.

**II. CUSTODIA DE MATERIALES NO FERROSOS.**

- a. El Supervisor de Procesamiento, notificará vía correo electrónico cuando se realice el pesaje y entrega del material NO FERROSO, apilado en el sitio designado para su almacenamiento al área responsable de la bodega de reciclaje (Cerramiento).
- b. Es responsabilidad del personal de Seguridad Física, el monitoreo vía cámara de seguridad o presencia física de guardianía a la bodega de los materiales NO FERROSOS.

Revisado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

	<b>INSTRUCTIVO PARA PARA EL RECICLAJE, CONTROL Y DESPACHO DE MATERIALES NO FERROSOS</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	---	---

Página 6 de 8

### **III. DESPACHO Y VENTA EN LINEA DEL MATERIAL NO FERROSO EN EL SISTEMA ERP.**

Con la finalidad de que se realicen las coordinaciones de la manera más adecuada y bajo la Supervisión de Seguridad Industrial y Seguridad Física, el Comprador / Gestor autorizado y el Administrador del Contrato o Custodio de las bodegas de chatarra, fija la fecha del despacho del material no ferrosos requerido.

**Para lo cual:**

- a. Se coordinará el pesaje del material NO FERROSO con la presencia de delegados de las áreas de: Procesamiento de Materia Prima, y Seguridad Física, así como del Comprador.
- b. El vehículo del comprador debe primero pesarse vacío, luego con la ayuda de Equipos de la empresa (grúa manipuladora o telescópica), se procederá a cargar el material NO FERROSO almacenado en los Contenedores metálicos o en los sacos o fundas big bag, en el vehículo del comprador o gestor autorizado (volqueta, bañera, plataforma etc.) y se trasladará hasta la báscula de chatarra para su pesaje de salida (Peso bruto o del vehículo cargado)
- c. El Pesador, en un ticket registrará los pesos: tara, bruto y neto del material NO FERROSO y escribirá en dicho ticket la placa del vehículo, la procedencia del material y la descripción del material que informe el delegado de Procesamiento de Materia Prima.

Revisado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

	<b>INSTRUCTIVO PARA PARA EL RECICLAJE, CONTROL Y DESPACHO DE MATERIALES NO FERROSOS</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	---	---

Página 7 de 8

El mismo proceso de pesaje se podría dar si por la cantidad existente de los materiales, se requiere que en un mismo vehículo se puedan consolidar los pesos de dos o más tipos de materiales, y que con ese peso se tome referencia para que se pueda emitir la respectiva factura para la venta.

- d. El Delegado de Seguridad Física, anotará en su bitácora, el peso neto del material NO FERROSO y el tipo de material que se está despachando.
- e. El Supervisor de Procesamiento Chatarra, llenará un formato de Registro de pesos para material no ferrosos, donde constará fecha, # de ticket de pesaje, peso neto y tipo de material NO FERROSO despachado, este registro será firmado por el Supervisor de Procesamiento y el Especialista de Procesamiento Chatarra.

#### **IV. TRANSFERENCIA VIRTUAL ENTRE BODEGAS DE ALMACENAMIENTO.**

- a. El Supervisor de Procesamiento generará en el sistema ERP una Orden de Almacenamiento con la que realizará una transferencia interna desde la Bodega de compra de chatarra a la Bodega de materiales no ferrosos, siguiendo los pasos respectivos para realizar transferencias de artículos entre bodegas internas, para lo cual, tomará la información del juego de tickets. Se llevará un registro detallando los números de transferencias efectuadas por este concepto.
- b. De esta bodega se procederá a realizar la venta o las ventas correspondientes.

Revisado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

	<b>INSTRUCTIVO PARA PARA EL RECICLAJE, CONTROL Y DESPACHO DE MATERIALES NO FERROSOS</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	---	---

Página 8 de 8

### **Observación:**

El personal debe tener en cuenta lo siguiente:

- Observará y aplicará en las tareas encomendadas lo definido en la Matriz de identificación de aspectos y evaluación de impactos ambientales del área.
- Hacer uso y aplicación de la Matriz IPER donde se definen los riesgos a que se hallan expuestos en sus actividades.
- El manejo de los desechos que se generan producto de las actividades serán manejados conforme al procedimiento para la gestión integral de los desechos.
- Es obligación de todos los colaboradores tener presente las indicaciones del reglamento interno de higiene y seguridad en el trabajo, prestando especial cuidado a al uso de EPP que se exija de acuerdo con las actividades a realizar en las diferentes áreas.

### **Referencias**

- Procedimiento para la preparación de material ferroso.
- Matriz de identificación de aspectos y evaluación de impactos ambientales.
- Matriz IPER.
- Procedimiento para la gestión integral de los desechos.

### **Registros**

- Registro de pesos de materiales no ferrosos para su venta
- Tickets Varios.

Revisado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

### 9.3. Anexo 3

	<b>INSTRUCTIVO PARA TOMA FÍSICA Y AJUSTES DE INVENTARIO EN BODEGAS DE CHATARRA</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	--	---

Página 1 de 9

#### 1. CODIGO

Nuevo

#### 2. OBJETIVO

Regular y realizar la toma física ordenada de todos los almacenes de chatarra a fin de constatar que el stock físico sea igual al stock de sistema y su condición física, como medida de comprobación del grado de eficiencia alcanzado por los controles administrativos, mediante la toma de inventario físico. Regularizar las diferencias y saldos identificados en la toma física de los almacenes, proponiendo mejoras mediante el reconocimiento de falencias en cada departamento involucrado.

#### 3. ALCANCE

Se aplica a todos los almacenes de Matriz y centros de distribución a nivel nacional de la empresa siderúrgica en donde se moviliza, almacena y despacha el inventario de chatarra. Debe ser cumplido por los responsables o custodios de cada almacén y quienes deberán brindar las facilidades para dicha toma.

#### 4. DEFINICIONES

- **Inventario/existencias.** –Son recepciones de material ferrosos bajo modalidad de compra sea por mostrador, acuerdos o chatarrización, procesos normales, mismos que serán consumidos en el proceso metalúrgico para posterior fundición.

Revisado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

	<b>INSTRUCTIVO PARA TOMA FÍSICA Y AJUSTES DE INVENTARIO EN BODEGAS DE CHATARRA</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	--	---

Página 2 de 9

- **Toma de inventario físico.** - La toma de inventarios físicos permite verificar a una fecha determinada, las existencias físicas en un almacén. Los resultados obtenidos son comparados con los registros contables, a fin de establecer su conformidad.
- **Corte de documentos.** - actividad previa a la toma física de inventarios, donde se toma como referencia los últimos 5 números consecutivos de los documentos que afectan el inventario (Facturas, transferencias, compras, devoluciones, ordenes de corrección, etc.).
- **Recuento cíclico.** - Es un método de conteo de inventario que sirve para realizar una toma física del inventario de un porcentaje de materiales, partes y suministros y que se lo realiza diariamente, mensual, trimestral o semestral.
- **Corrección o Ajuste.** - Es el proceso final de una toma física en el que se ejecuta las diferencias positivas y negativas proveniente de una revisión de los movimientos correspondientes a los ingresos y a los egresos, así como también a los traslados y ajustes contabilizados, con el fin de verificar su correcto registro.

## 5. RESPONSABILIDADES

Los responsables del cumplimiento de este procedimiento son:

- Gerencia de Captación de Materia Prima.
- Departamento de Activo Fijos e Inventarios.
- Custodios de almacenes (Matriz y Centros de Acopios).

Revisado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

	<b>INSTRUCTIVO PARA TOMA FÍSICA Y AJUSTES DE INVENTARIO EN BODEGAS DE CHATARRA</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	--	---

**Página 3 de 9**

Los custodios de inventarios/existencias a nivel nacional además serán responsables de:

- 1.- Mantener el producto en forma ordenada y debidamente clasificada por tipología, densidades, procedencia y layout de almacenamiento adecuado.
- 2.- Separar el material no ferroso o no aptos para consumo de procesamiento, con la identificación correspondiente.

## **6. GENERALIDADES**

- Todas las transacciones tales como: transferencias, devoluciones, órdenes de compra, acuerdos, etc. deben estar ingresadas en el sistema informático antes de iniciar con el proceso de toma física, además el material ferroso (chatarra) debe estar ubicado físicamente en base al layout que corresponda.
- En sistema ERP las recepciones deben ser confirmados al 100%, en caso de que el producto no salió deben confirmarse en cero en sistema para evitar errores en saldos finales.
- La toma física deberá realizarse sin movimiento físico, de existir urgencia de despacho el custodio deberá notificar al responsable de la toma física quien verificará cantidad y referencia despachada, para lo cual adjuntará en el acta de inventario el soporte de dicho movimiento.

Revisado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

	<b>INSTRUCTIVO PARA TOMA FÍSICA Y AJUSTES DE INVENTARIO EN BODEGAS DE CHATARRA</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	--	---

Página 4 de 9

- Para el inicio de las tomas físicas de inventario los custodios y responsables de cada proceso deberá garantizar que se cuenta con personal designado para el conteo físico, equipos para la movilización y pesaje del producto de ser necesario y mantener las zonas de ingreso al conteo totalmente libres de obstáculo. Los productos deben estar ordenados, ubicados e identificados a que custodio o bodega corresponde.

## **7. DESARROLLO**

### **7.1 TIPOS DE TOMAS FÍSICAS**

#### **7.1.1 Inventario Cíclico**

El Especialista de Procesamiento enviará la programación de toma física cíclica que consiste en el conteo periódico de grupos o muestras de referencias críticas, en el primer trimestre del año a la Gerencia de Captación de Materia Prima, quien informará a las áreas involucradas los resultados obtenidos.

#### **7.1.2 Inventario General (Anual)**

La toma física anual se realizará al 100% de la existencia del inventario de chatarra a nivel nacional. Este programa es enviado mediante un memo a la Gerencia de Logística, Gerencia Financiera, Departamento de Contabilidad, Auditoría Interna, Especialista de Procesamiento, Especialista de Captación y Administradores de los centros de distribución a nivel nacional, de donde se desprenderá un informe de los resultados, detallando todas las novedades que se obtengan durante el proceso de constatación física y conciliación con la información contable, las sugerencias

Revisado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

	<b>INSTRUCTIVO PARA TOMA FÍSICA Y AJUSTES DE INVENTARIO EN BODEGAS DE CHATARRA</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	--	---

**Página 5 de 9**

cias del caso y el acta suscrita por los intervinientes hasta el cierre del ejercicio económico en el que se realiza la constatación física, de tal manera que los ajustes se ingresen en el módulo correspondiente hasta el 31 de diciembre.

El mismo que deberá ser remitido con las justificaciones de las diferencias encontradas a fin de continuar con el análisis y correcciones.

## **7.2. PROCESO PARA TOMA FISICA DE INVENTARIO**

### **7.2.1. Toma física de inventario de chatarra**

La toma física de inventario se lo realizará con un perito avalador externo juntamente con el Especialista o técnico de Activo Fijo e Inventarios, Especialista de Procesamiento, Especialista de Captación para su verificación física en todas las localidades de la compañía, mediante las mediciones técnicas pertinentes. La Constatación física llevada a cabo por servicios privados.

La metodología de trabajo mínima aceptada deberá ser:

- Identificación tipo de chatarra, clasificación y tipología:
  - Se entregará un documento con el detalle de los tipos de chatarra.
  - Se realizará el acompañamiento y se indicará el tipo de chatarra de acuerdo con el lote físico en cada patio.

Revisado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

	<b>INSTRUCTIVO PARA TOMA FÍSICA Y AJUSTES DE INVENTARIO EN BODEGAS DE CHATARRA</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	--	---

Página 6 de 9

- Toma de muestras para el cálculo de densidad:
  - Se asignará recursos y maquinaria para el pesaje.
  - Se cargará el material de la chatarra por tipo de chatarra, un mínimo de 15 muestras por tipo de chatarra.
  - Registro de los datos de pesaje dados por la báscula camionera.
- Levantamiento de los volúmenes de chatarra en base al tipo y lote de materiales.
- Procesamiento de información, determinar los pesos específicos volumétricos, cálculo de las toneladas de los materiales.
- El Administrador del contrato efectuará el corte en el sistema ERP de las bodegas de chatarra, el cuál remitirá al perito avalador y deberá solicitar los últimos documentos de las siguientes transacciones:
  - Compras de chatarra.
  - Transferencia de chatarra.
  - Consumo de chatarra.
  - Correcciones.
- El perito deberá emitir un informe de la toma física de inventario lo cual servirá como sustento de la existencia física de chatarra, así como la estimación de la merma generada en el proceso de captación.

Revisado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

	<b>INSTRUCTIVO PARA TOMA FÍSICA Y AJUSTES DE INVENTARIO EN BODEGAS DE CHATARRA</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	--	---

Página 7 de 9

### 7.3 CONCILIACIÓN FÍSICO VERSUS SISTEMA

- Al finalizar el conteo, los anotadores entregarán su resumen de la toma física al Especialista o técnico de Activo Fijo e Inventarios para su verificación físico-sistema ERP.
- Si existiera diferencia el Especialista o el técnico de Activo Fijos e Inventarios comunicará al custodio y conjuntamente se verificará los documentos de movimientos del producto y si la diferencia siguiera existiendo se hará un segundo conteo con otro grupo de contadores, anotadores y custodio el que será considerado como definitivo.
- El área de control de inventarios elaborará un acta de los resultados de la toma de inventario físico firmados por los custodios incluyendo las personas asignadas del departamento de contabilidad y auditoría interna.
- Los responsables de las bodegas tendrán 48 horas para enviar los soportes y justificaciones de las diferencias a partir de la emisión del acta de toma física de Inventario, la misma deberá ser remitida a la Gerencia de Captación de Materia Prima y Departamento de Activos fijos e inventario.
- El Especialista de Activo Fijo e Inventarios elaborará un informe final de los resultados de la toma de inventario físico a la Gerencia de Logística, Gerencia Financiera incluyendo a Contabilidad y Auditoría Interna, mediante un memorándum informando las diferencias de la toma física, para su verificación, análisis y aprobación del ajuste si existiera diferencia en la toma física.

Revisado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

	<b>INSTRUCTIVO PARA TOMA FÍSICA Y AJUSTES DE INVENTARIO EN BODEGAS DE CHATARRA</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	--	---

Página 8 de 9

- El Gerente de Logística enviará el informe final de los resultados de la toma de inventario físico y solicitará la aprobación a la Comisión, Directorio o Junta General de Accionista dependiendo del rango de aprobación.

#### 7.4 AJUSTES Y CORRECCIONES

- Una vez autorizado el ajuste el Especialista de Activo Fijo o Técnico de Activo Fijos e Inventarios designado procederá a realizar las ordenes de corrección de forma manual en el Sistema ERP, para lo cual deberá verificar que las toneladas para ajustar no estén en las ubicaciones de salida o recepción, solo en las ubicaciones de carga en Sistema ERP y los lotes que corresponde a las toneladas dependiendo del código para ajustar.
- Especialista de Activo Fijo e Inventarios elaborará un informe de los ajustes realizados a la Gerencia de Captación, Gerencia Financiera Contabilidad, Gerencia de Logística y Auditoría Interna, mediante un memorándum reportando su cumplimiento.
- Si dentro de los resultados de constatación física se evidencia la existencia de errores del sistema informático, errores de ingreso (humano), será necesaria la notificación por parte del custodio del almacén con todos los sustentos disponibles a su Gerencia, adicionarán el **formato de registro de ajustes** con las firmas de autorización respectivas, lo que será documento habilitante para realizar la orden de corrección del inventario (ajuste).

Revisado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

	<b>INSTRUCTIVO PARA TOMA FÍSICA Y AJUSTES DE INVENTARIO EN BODEGAS DE CHATARRA</b>	Código: Sin Asignar  Versión: En revisión
--	--	---

Página 9 de 9

- Posterior el Especialista de activos fijos notificará a Gerencia de Captación, Logística y Financiera sobre el movimiento realizado con los soportes y confirmación de los valores en dólares afectados.

### **OBSERVACIÓN:**

El personal debe tener en cuenta lo siguiente:

- Observará y aplicará en las tareas encomendadas lo definido en la Matriz de Aspectos Ambientales del área.
- Hacer uso y aplicación de la Matriz IPER donde se definen los riesgos a que se hallan expuestos en sus actividades.
- El manejo de los desechos que se generan producto de las actividades será manejado conforme al procedimiento “Manejo de desechos”.
- Es obligación de todos los colaboradores tener presente las indicaciones del reglamento interno de seguridad y salud en el trabajo, prestando especial cuidado a al uso de EPP que se exija de acuerdo con las actividades a realizar en las diferentes áreas.

### **Referencia**

Sistema ERP

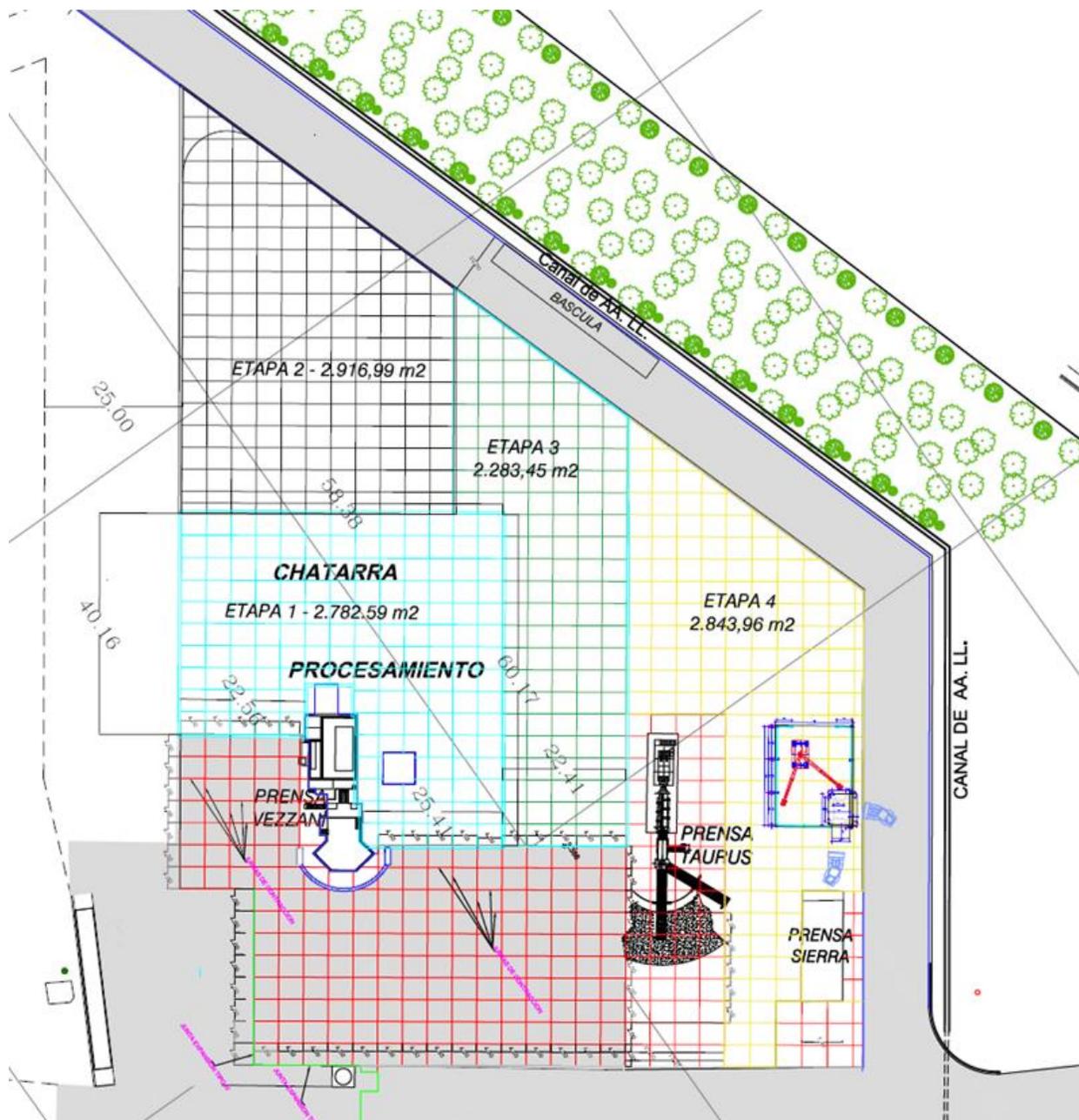
### **Registros**

Formato REGISTRO DE AJUSTES

### **Anexos**

No aplica

## 9.4. Anexo 4

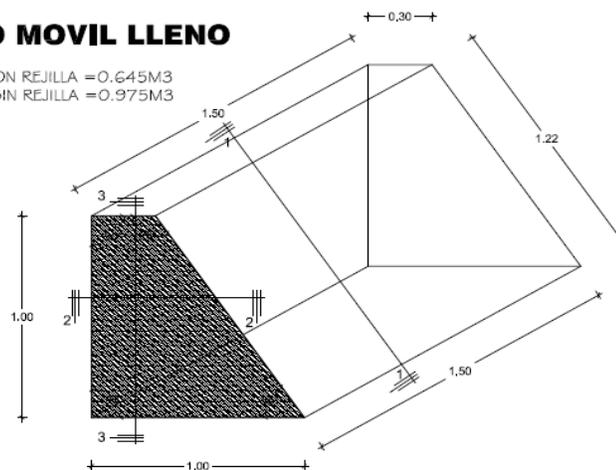


## 9.5. Anexo 5

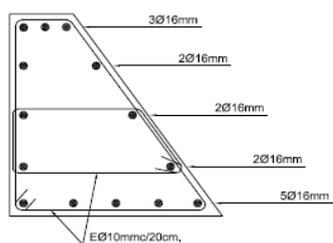
### Diseño de Muros Separadores para bodegas de Chatarra y Patlos de Captación y Procesamiento

#### MURO MOVIL LLENO

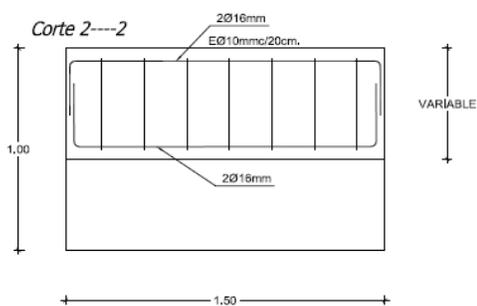
VOLUMEN CON REJILLA = 0.645M<sup>3</sup>  
 VOLUMEN SIN REJILLA = 0.975M<sup>3</sup>



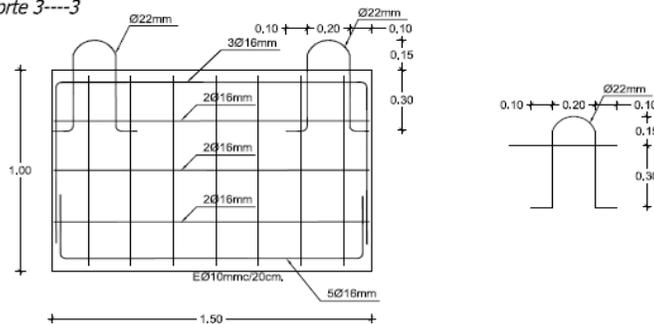
Corte 1---1



Corte 2---2



Corte 3---3

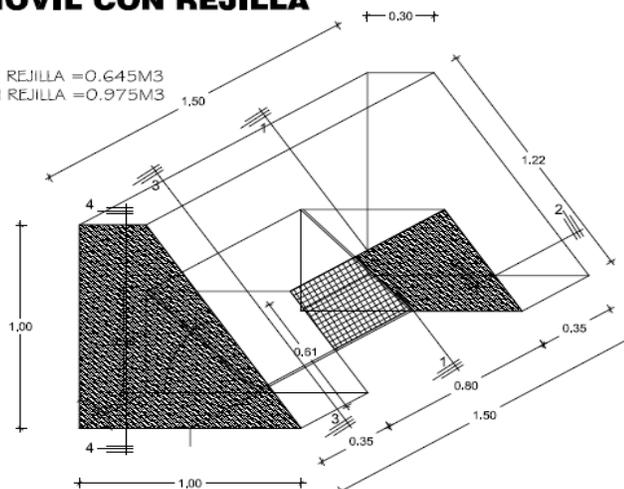


9.6. Anexo 6

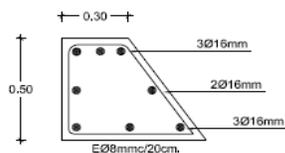
**Diseño de Muros Separadores para bodegas de Chatarra y Patios de Captación y Procesamiento**

**MURO MOVIL CON REJILLA**

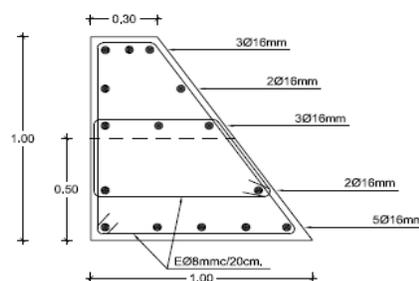
VOLUMEN CON REJILLA = 0.645M<sup>3</sup>  
 VOLUMEN SIN REJILLA = 0.975M<sup>3</sup>



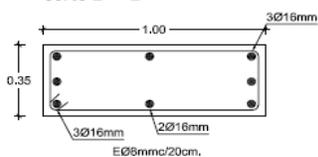
Corte 1---1



Corte 3---3



Corte 2---2



Corte 4---4

