

**Desarrollo e Implementación de Estrategias de Reducción de Costos por  
Desperdicios de Cobre en la Empresa de Producción de Cables Eléctricos Centelsa by  
Nexans Estudio de Caso.**

Franklin Fory Ramírez

**Asesor**

José German Sánchez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios (ECACEN)

Contaduría Pública

2023

## Dedicatoria

Quiero dedicarle este trabajo de grado a todos los miembros de mi familia los cuales fueron mi motivación para poder culminar mis estudios profesionales, a mi madre que desde el cielo me cuida y cembro la bases para ser una gran persona, a mi tía **MARIA CRUZ RAMIREZ**, quien con su apoyo y amor hizo de mi la persona que hoy soy, a mis hijos **FRANK, LUARA y JHOEL** por su comprensión en momentos que no pude estar con ellos por las largas horas de estudio, a mi padre y madrastra por ese apoyo incondicional para que nunca desfalleciera en la intención de hacerme profesional en Contaduría Pública. Finalmente, a todos y cada una de las personas que me acompañaron en este proceso.

## **Agradecimiento**

Quiero dar un especial agradecimiento primero al creador del cielo y la tierra nuestro señor Jesucristo, quien me dio la sabiduría y entendimiento para sacar adelante este importante logro para mi vida; a mis tutores los cuales me brindaron el conocimiento adquirido, al profesor German Sánchez quien fue mi guía para poder terminar la opción de grado, al ingeniero Gustavo Aguirre jefe de producción de la empresa Alcatek filial de Centelsa by Nexans quien con su apoyo y acompañamiento pude llevar a cabo este proyecto.

## Resumen

El presente estudio, tiene por objeto general desarrollar e implementar estrategias de reducción de costos por desperdicios de cobre en la empresa de producción de cables eléctricos Centelsa by Nexans, a través de un estudio de caso; mediante la realización de una estratificación se logró identificar que la maquina donde mayor desperdicio genera en la planta de producción es específicamente en la 901.

Por lo cual se pretende disminuir el desperdicio de cobre en un 25%, aplicando las metodologías del ciclo PHVA y 5W+1H, con respecto a la totalidad del desperdicio que se genera durante el proceso de producción al mes. Para lograrlo que se apliquen las metodologías propuestas y mecanismos estadísticos simples, al igual que herramientas porcentuales e interpretativos. Finalmente se logró llevar el proceso productivo estudiado, a un nivel del ciclo PHVA, de igual manera se identificó cada uno de los excesos en la tolerancia del desperdicio en las máquinas de producción de cables.

Después de la puesta en marcha de las metodologías antes mencionadas se logró identificar las principales causas que generan mayor porcentaje de desperdicio de cobre y con la ayuda de diferentes mecanismos se obtuvo finalmente una reducción del desperdicio de la empresa Centelsa by Nexans en un 28% lo que hace ver la importancia de las herramientas que se aplicaron en el estudio de caso.

## **Asbtract**

The present study has the general purpose of developing and implementing cost reduction strategies for copper waste in the electrical cable production company Centelsa by Nexans, through a case study; By carrying out a stratification, it was possible to identify that the machine where the greatest waste is generated in the production plant is specifically the 901.

Therefore, it is intended to reduce copper waste by 25%, applying the PHVA and 5W+1H cycle methodologies, with respect to the total waste generated in the production process per month. To achieve this, the proposed methodologies and simple statistical tools are applied, as well as percentage and interpretive methods. In the end, it was possible to bring the production process studied to a level of the PDCA cycle, in turn, an excess in the tolerance levels of the cable production machines was identified.

After the implementation of the aforementioned methodologies, it was possible to identify the main causes that generate the highest percentage of copper waste and with the help of different mechanisms, a reduction of the waste of the company Centelsa by Nexans was finally obtained by 28%, which which shows the importance of the tools that were applied in the case study.

## Tabla de Contenido

Dedicatoria .....	2
Agradecimiento.....	3
Resumen.....	4
Asbtract.....	5
Lista de Tablas .....	10
Lista de Figuras.....	11
Introducción .....	12
Planteamiento Del Problema.....	13
Formulación de la pregunta problema .....	14
Contextualización .....	15
Justificación .....	16
Objetivos.....	18
Objetivo general:.....	18
Objetivos específicos: .....	18
Marco y Teórico.....	19
Normatividad ambiental: .....	19
Objetivos de Desarrollo Sostenible:.....	19
ODS 12: .....	19
ODS 13: .....	19

ODS 15: .....	20
Ciclo PHVA: .....	20
Planificar: .....	20
Hacer: .....	20
Verificar: .....	20
Actuar: .....	20
Metodología 5W+1H: .....	21
What (Qué): .....	21
Why (Por qué): .....	21
Who (Quién): .....	21
When (Cuándo): .....	21
Where (Dónde): .....	21
How (Cómo): .....	21
Normatividad ambiental y ODS: .....	21
Estado Del Arte .....	23
Metodología .....	25
Diseño de investigación: .....	25
Población y muestra: .....	25
Técnicas e instrumentos de recolección de datos: .....	25
Procedimiento de recolección de datos: .....	25

Análisis de datos: .....	26
Aspectos éticos: .....	26
Limitaciones:.....	26
Desarrollo Del Proyecto.....	27
Ficha técnica maquina 320.....	27
Ficha Técnica Maquina 900.....	31
Ficha Técnica Maquina 901 .....	33
Ficha Técnica Maquina 902.....	35
Entrevista Jefe De Planta .....	38
Descripción De La Metodología Del Desperdicio.....	39
Revisión literaria sobre reducción de cobre.....	49
Ciclo De Mejora Continua De La Calidad Los Procesos - PHVA .....	49
5W+1H.....	51
What (Qué): .....	52
Why (Por qué):.....	52
Who (Quién): .....	52
When (Cuándo):.....	52
Where (Dónde): .....	52
How (Cómo): .....	52
Estrategias utilizadas para la reducción costos .....	54



Qué es el diagrama causa-efecto.....	57
Resultados de cada una de las causas del desperdicio .....	59
CAUSA(S) RAÍZ.....	59
Resultados Obtenidos.....	59
Resultados Ciclo PHVA .....	60
Resultado Final .....	67
Anexo 1 .....	69
Preguntas.....	69
Respuestas.....	69
Conclusión .....	71
Bibliografía .....	72

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Metro por turno</i> .....	37
<b>Tabla 2</b> <i>Meta mes</i> .....	41
<b>Tabla 3</b> <i>Desperdicio octubre</i> .....	42
<b>Tabla 4</b> <i>Desperdicio Noviembre</i> .....	43
<b>Tabla 5</b> <i>Desperdicio Diciembre</i> .....	44
<b>Tabla 6</b> <i>Desperdicio Enero</i> .....	45
<b>Tabla 7</b> <i>Desperdicio Febrero</i> .....	46
<b>Tabla 8</b> <i>Desperdicio Promedio y meta mes</i> .....	47
<b>Tabla 9</b> <i>Valor del desperdicio mensual</i> .....	47
<b>Tabla 10</b> <i>Meta de reducción del desperdicio</i> .....	55
<b>Tabla 11</b> <i>Modelo 5W+1H</i> .....	56
<b>Tabla 12</b> <i>Resultados 5W+1HTabla 2. Resultados 5w</i> .....	59
<b>Tabla 13</b> <i>Aplicación del ciclo PHVA</i> .....	62
<b>Tabla 14</b> <i>Resultados desperdicio mes de marzo.</i> .....	64
<b>Tabla 15</b> <i>Desperdicio mes de abril.</i> .....	65
<b>Tabla 16</b> <i>Desperdicio mes de mayo</i> .....	66
<b>Tabla 17</b> <i>Desperdicio promedio final</i> .....	67
<b>Tabla 18</b> <i>Valor del desperdicio mensual</i> .....	68

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> Metodología de pesaje del desperdicio .....	39
<b>Figura 2</b> Registro del pesaje del desperdicio .....	40
<b>Figura 3</b> Porcentaje desperdicio octubre.....	42
<b>Figura 4</b> Porcentaje desperdicio noviembre .....	43
<b>Figura 5</b> Porcentaje desperdicio diciembre .....	44
<b>Figura 6</b> Desperdicio enero .....	45
<b>Figura 7</b> Porcentaje desperdicio febrero .....	46
<b>Figura 8</b> Promedio del desperdicio desde octubre de 2022 hasta febrero 2023 .....	48
<b>Figura 9</b> Metodología 5W+1H.....	51
<b>Figura 10</b> Meta de reducción de cobre extrusora 901 .....	53
<b>Figura 11</b> Meta de reducción de cobre extrusora 901 .....	55
<b>Figura 12</b> Diagrama de Causa y efecto .....	58
<b>Figura 13</b> Reunión de metodología PHVA.....	60
<b>Figura 14</b> Reunión Metodología PHVA .....	61
<b>Figura 15</b> Porcentaje desperdicio mes de marzo.....	64
<b>Figura 16</b> Porcentaje desperdicio mes de abril.....	65
<b>Figura 17</b> Porcentaje de desperdicio mes de mayo .....	66
<b>Figura 18</b> Reducción Promedio Final.....	67

## Introducción

El sector de la producción de cables eléctricos en Colombia es una de las principales actividades industriales, generando empleo y contribuyendo al crecimiento económico del país. Sin embargo, el aumento en la competencia y la presión por reducir costos, hacen que las empresas busquen formas de optimizar sus procesos productivos y reducir sus costos para ser más competitivas. Una de las principales fuentes de costos en la producción de cables eléctricos es el desperdicio de cobre, ya sea por defectos en la materia prima, errores en el proceso productivo o fallas en el manejo de los residuos. En este contexto, la empresa de producción de cables eléctricos Centelsa by Nexans ha identificado la necesidad de desarrollar e implementar estrategias para reducir los costos por desperdicios de cobre y mejorar su competitividad.

En la actualidad el mercado de cables eléctricos tiene mucha demanda debido al aumento que existe en el sector productivo de vehículos, construcción e industrial, por tal motivo es importante que la empresa ponga en funcionamiento tecnologías avanzadas que le permitan tener cambios para mejorar su rendimiento mediante control de calidad riguroso, con los que pueda acceder y detectar los productos o materiales defectuosos o que no cumplen con los requisitos técnicos. De esta manera, se reduciría la cantidad de cobre y por ende los costos de producción.

## **Planteamiento Del Problema**

La empresa de producción de cables eléctricos Centelsa by Nexans enfrenta un desafío importante relacionado con el costo por desperdicios de cobre en su proceso productivo. Este costo se origina por distintas causas, como la selección inadecuada de la materia prima, errores en el proceso productivo o fallas en el manejo de los residuos. En este caso las maquinas extrusoras producen cables donde el desperdicio de cobre no solo tiene un impacto negativo en la rentabilidad de la empresa, sino que también generan un impacto ambiental negativo, lo cual implica una vulneración de la normatividad ambiental vigente en Colombia.

En este sentido, la empresa debe cumplir con la normatividad ambiental y adoptar prácticas sostenibles para minimizar su impacto ambiental, reducir sus costos y mejorar su competitividad. Es importante destacar que Colombia ha adoptado compromisos internacionales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, los cuales incluyen la meta de reducir la huella ambiental de las empresas, promover la eficiencia en el uso de los recursos y fomentar la innovación tecnológica para lograr un desarrollo sostenible.

Ante esta situación, surge la necesidad de desarrollar e implementar estrategias efectivas para reducir los costos por desperdicios de cobre en la empresa Centelsa by Nexans, cumpliendo con la normatividad ambiental y contribuyendo al logro de los ODS. Para lograr este objetivo, es necesario identificar las fuentes de desperdicio de cobre en la empresa, evaluar las mejores prácticas y herramientas disponibles para abordar el problema y proponer soluciones adecuadas a las particularidades del proceso productivo de la empresa, teniendo en cuenta los principios de la economía circular y la gestión sostenible de los residuos.

Es pertinente realizar un estudio en el que se pueda identificar cual es el nivel de participación que tiene cada una de las áreas de producción de la empresa Centelsa by Nexans,

en donde se logre dar a conocer la cantidad de desperdicio de cobre que estos generan; la empresa dentro de su proceso cuenta con las áreas de trefilado, buncher, fraccionado y extrusión, que serán objeto de estudio y mejoras para la reducción de los costos de producción.

### **Formulación de la pregunta problema**

¿Cómo disminuir los costos generados por el desperdicio de cobre en la empresa Centelsa by Nexans?

## **Contextualización**

La gestión de residuos y la reducción de costos por desperdicios son temas clave en la actualidad, especialmente en el contexto empresarial, donde cada vez es más importante la adopción de prácticas sostenibles para mejorar la competitividad y garantizar la sostenibilidad a largo plazo. En este sentido, la producción de cables eléctricos es una actividad que requiere una gran cantidad de materiales, recursos y energía, lo cual puede generar impactos ambientales significativos y costos considerables para la empresa.

En Colombia, la gestión de residuos se encuentra regulada por diversas normas y leyes, como la Ley 1259 de 2008, la cual establece los principios de la jerarquía de residuos y la responsabilidad extendida del productor. Asimismo, la Agenda 2030 de las Naciones Unidas y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecen metas específicas para la reducción de la huella ambiental de las empresas, la promoción de la eficiencia en el uso de los recursos y la implementación de prácticas sostenibles en todas las áreas de la actividad económica.

## Justificación

La gestión sostenible de los residuos y la reducción de costos por desperdicios de cobre en la empresa de producción de cables eléctricos Centelsa by Nexans son temas de gran relevancia y actualidad. Esta empresa, al igual que muchas otras en el sector industrial, enfrenta el desafío de ser rentable y competitiva al mismo tiempo que se adapta a los requerimientos ambientales y normativos en materia de gestión de residuos.

La importancia de disminuir los porcentajes de desperdicios en cada uno de los procesos productivos de la compañía, se han convertido en uno de los principales retos que se deben enfrentar para que las organizaciones sean cada vez más rentables y competitivas en el mercado debido a los diversos cambios del mercado global; es donde el profesional de contaduría pública puede ayudar analizar como poder generar mejores ingresos y disminución de los costos de producción, por consecuencia de esta problemática se busca la aplicación de técnicas y metodologías dirigidas a la disminución del desperdicio. Por esta razón principal las compañías no solo compiten por brindar productos de alta calidad sino también en tener productos menor costo para lograr así ofrecer artículos mucho más económicos para el consumidor final.

Además, la gestión sostenible de los residuos y la reducción de costos por desperdicios de cobre en Centelsa by Nexans pueden contribuir de manera significativa al cumplimiento de los ODS y a la promoción del desarrollo sostenible en Colombia. Asimismo, este tema puede ser de interés para otras empresas del sector industrial que enfrentan desafíos similares y buscan soluciones innovadoras y eficaces para mejorar su sostenibilidad y competitividad.

En este contexto, el presente trabajo de grado se propone analizar el problema de los costos por desperdicios de cobre en la empresa Centelsa by Nexans, identificar las fuentes de desperdicio, evaluar las mejores prácticas y herramientas disponibles para abordar el problema y



proponer soluciones adecuadas a las particularidades del proceso productivo de la empresa. El objetivo es desarrollar e implementar estrategias efectivas para reducir los costos por desperdicios de cobre en la empresa Centelsa by Nexans, cumpliendo con la normatividad ambiental y contribuyendo al logro de los ODS en Colombia.

## **Objetivos**

### **Objetivo general:**

Desarrollar e implementar estrategias de reducción de costos por desperdicios de cobre en la empresa de producción de cables eléctricos Centelsa by Nexans, a través de un estudio de caso.

### **Objetivos específicos:**

Identificar las fuentes de desperdicio de cobre en la empresa Centelsa by Nexans, mediante la aplicación de técnicas de recolección de datos como observación, entrevistas y revisión de documentos.

Realizar una revisión de literatura sobre las estrategias de reducción de costos por desperdicios en la producción de cables eléctricos, con el fin de identificar las mejores prácticas y herramientas disponibles para abordar el problema.

Desarrollar e implementar las estrategias de reducción de costos por desperdicios de cobre en la empresa Centelsa by Nexans

## Marco y Teórico

El marco teórico es el sustento conceptual que permite contextualizar y fundamentar el problema de investigación. En este proyecto, el marco teórico se enfoca en la normatividad ambiental y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados con la gestión de residuos sólidos y la reducción de impactos ambientales en la producción de cables eléctricos.

### **Normatividad ambiental:**

Resolución 1021 de 2019 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: Esta resolución establece los requisitos mínimos para la gestión integral de residuos peligrosos y no peligrosos, incluyendo la identificación, clasificación, almacenamiento, transporte y disposición final de los mismos.

Decreto 4741 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: Este decreto regula la gestión ambiental de pilas y acumuladores y establece medidas para prevenir la contaminación por estos residuos.

Ley 1259 de 2008 del Congreso de Colombia: Esta ley establece la prohibición de la importación, comercialización y distribución de cables eléctricos con contenido de plomo, mercurio y cadmio superiores a los límites establecidos por la normatividad ambiental.

### **Objetivos de Desarrollo Sostenible:**

**ODS 12:** Producción y consumo responsables: Este objetivo tiene como meta reducir sustancialmente la generación de residuos mediante la prevención, reducción, reciclaje y reutilización de estos, promoviendo una gestión sostenible y eficiente de los recursos.

**ODS 13:** Acción por el clima: Este objetivo busca tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, incluyendo la adopción de prácticas más sostenibles en la producción y el consumo de bienes y servicios.

**ODS 15:** Vida de ecosistemas terrestres: Este objetivo tiene como meta proteger, restaurar y promover la gestión sostenible de los ecosistemas terrestres, incluyendo la gestión de residuos y la reducción de impactos ambientales en la producción de bienes.

Además, el marco teórico podría incluir conceptos clave relacionados con la gestión de residuos y la reducción de costos en la producción, como la identificación de residuos, la clasificación de estos, las técnicas de gestión de residuos, los costos asociados a los desperdicios, la metodología Lean Six Sigma, entre otros.

### **Ciclo PHVA:**

El ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar) es una metodología que permite el mejoramiento continuo de los procesos. En este caso, se puede aplicar a la reducción de costos por desperdicios de cobre en la empresa Centelsa by Nexans. A continuación, se explica cómo se aplicaría el ciclo PHVA en este proyecto:

**Planificar:** se debe planificar la reducción de costos por desperdicios de cobre en la empresa Centelsa by Nexans, estableciendo los objetivos y metas a alcanzar, identificando los procesos productivos en los que se genera desperdicio, así como los costos asociados al mismo.

**Hacer:** se deben implementar las estrategias de reducción de desperdicios de cobre en los procesos productivos identificados en la fase anterior.

**Verificar:** se deben medir los resultados obtenidos después de la implementación de las estrategias de reducción de desperdicios de cobre en los procesos productivos, comparándolos con los objetivos y metas establecidos en la fase de planificación.

**Actuar:** en esta fase se deben tomar decisiones basadas en los resultados obtenidos en la fase de verificación. Si los resultados son positivos, se deben mantener las estrategias

implementadas, si no son satisfactorios, se deben analizar las causas y realizar los ajustes necesarios para mejorar los resultados.

### **Metodología 5W+1H:**

La metodología 5W+1H (What, Why, Who, When, Where, How) es una herramienta útil para identificar los elementos clave de un problema y establecer las estrategias para solucionarlo. En este proyecto se aplicaría para identificar el desperdicio de cobre en la empresa Centelsa by Nexans. A continuación, se explican las preguntas que se deben responder para aplicar esta metodología:

**What (Qué):** ¿Qué es el desperdicio de cobre en la empresa Centelsa by Nexans?

**Why (Por qué):** ¿Por qué se genera desperdicio de cobre en la empresa Centelsa by Nexans?

**Who (Quién):** ¿Quiénes están involucrados en el proceso productivo donde se genera el desperdicio de cobre en la empresa Centelsa by Nexans?

**When (Cuándo):** ¿Cuándo se genera el desperdicio de cobre en la empresa Centelsa by Nexans?

**Where (Dónde):** ¿Dónde se genera el desperdicio de cobre en la empresa Centelsa by Nexans?

**How (Cómo):** ¿Cómo se puede reducir el desperdicio de cobre en la empresa Centelsa by Nexans?

### **Normatividad ambiental y ODS:**

La gestión ambiental es fundamental para garantizar la sostenibilidad de la empresa y contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la

Organización de las Naciones Unidas (ONU). En Colombia, existen normativas ambientales que regulan la gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. En este proyecto, se deben tener en cuenta las siguientes normativas ambientales:

Resolución 1083 de 2015

## Estado Del Arte

El manejo de los residuos sólidos y su impacto ambiental son temas de gran importancia en la actualidad, no solo desde un punto de vista ambiental, sino también económico. En la industria, la reducción de costos y la optimización de los procesos productivos son objetivos clave para lograr la sostenibilidad del negocio.

En el sector de producción de cables eléctricos, se han realizado diversas investigaciones y estudios para el manejo y reducción de desperdicios. Por ejemplo, en un estudio realizado por González et al. (2018) se utilizó la metodología del ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) para implementar mejoras en el proceso productivo de una fábrica de cables eléctricos, logrando reducir los costos y aumentar la eficiencia de la empresa.

Asimismo, en un estudio realizado por Páez et al. (2020) se empleó la metodología 5S para mejorar la gestión de los residuos sólidos en una empresa de producción de cables, logrando disminuir los desperdicios y mejorar la organización y limpieza del área de trabajo.

En cuanto a la normatividad ambiental, en Colombia existe la Resolución 1021 de 2019, la cual establece las disposiciones para la gestión ambiental de residuos generados en la actividad de producción y uso de productos eléctricos y electrónicos. Esta resolución establece las obligaciones de los productores y usuarios de estos residuos, así como los requisitos para su gestión y disposición final.

En la empresa G&M S.A.C., del año 2020 se inició con la aplicar la metodología PHVA para incrementar el nivel de satisfacción del cliente de la empresa G&M S.A.C., el tipo de estudio fue aplicada, con diseño experimental en la categoría preexperimental, la población fueron los clientes de la Empresa G&M S.A.C., del año 2020, la muestra fueron los clientes registrados en la base de datos durante el último trimestre, el muestreo fue no probabilístico por

conveniencia. Como resultados se obtuvo un nivel global de cumplimiento de 36% y un 64% de incumplimiento evidenciando un bajo nivel; del cuestionario SERVQUAL se obtuvo un indicador de nivel de satisfacción del cliente 41.20%; en la implementación de la metodología PHVA Carranza, et al, 2020).

Hoy en día, es de gran importancia para una organización tener el máximo reconocimiento a nivel nacional e internacional, y una forma de lograrlo es la certificación ISO 9001: 2015; esto se debe a que pertenece a los estándares ISO ((International Organization for Standardization), siendo reconocida internacionalmente como los requisitos de sistemas de gestión de calidad, por lo tanto brinda una mayor credibilidad e imagen de la organización, una integración de procesos adecuada, una cultura de mejora continua ( CICLO PHVA), un mayor compromiso con los empleados y una mayor satisfacción del cliente, entre otras (ROJAS, 2020).



## **Metodología**

### **Diseño de investigación:**

Para el presente estudio se utilizará un enfoque cuantitativo de tipo exploratorio-descriptivo. Este tipo de investigación está incluida en el segundo grupo de clasificación de la investigación científica, que está orientada según el nivel de conocimientos a obtener, teniendo presente que todos los tipos de investigación se complementan. Puede ser cuantitativa, cualitativa o histórica (Morales, 2015).

### **Población y muestra:**

La población será las 5 máquinas extrusoras de la empresa Centelsa by Nexans y la muestra estará conformada por las maquinas 320, 897, 900, 901 y 902, es decir, la línea de producción de cables eléctricos. Se aplicará un muestreo no probabilístico por conveniencia, dado que la empresa colaboradora está dispuesta a participar en el estudio.

### **Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

Se utilizarán como técnicas de recolección de datos la observación directa, la revisión documental y entrevista estructura. Para la observación se utilizará una lista de chequeo para identificar los desperdicios de cobre en el proceso de producción. Para la revisión documental se analizarán los registros de producción y de control de calidad. La entrevista estructurada se aplicará al personal de la línea de producción para conocer su percepción sobre los desperdicios de cobre y las estrategias implementadas para reducirlos.

### **Procedimiento de recolección de datos:**

Se realizará una observación directa de la línea de producción por semana durante 4 meses para identificar los desperdicios de cobre. Posteriormente, se revisarán los registros de

producción y control de calidad correspondientes a esa semana. Finalmente, se aplicará la entrevista estructurada al personal encargado de la línea de producción.

**Análisis de datos:**

Se realizará un análisis estadístico descriptivo de las respuestas de la lista de chequeo para identificar los desperdicios de cobre en el proceso de producción y las respuestas de la entrevista estructurada, y se empleará una metodología de pesos y medidas en Excel para analizar los datos cuantitativos. También se realizará un análisis cualitativo de los datos obtenidos en la observación directa y la revisión documental.

**Aspectos éticos:**

Se garantizará la confidencialidad de la información obtenida y se obtendrá el consentimiento informado del personal encargado de la línea de producción para su participación en el estudio.

**Limitaciones:**

Las principales limitaciones de la investigación pueden ser la falta de acceso a cierta información confidencial de la empresa y la posibilidad de que los resultados obtenidos no sean generalizables a otras empresas del mismo sector.

## Desarrollo Del Proyecto

### Fuentes generadoras de desperdicio en la empresa Centelsa by Nexans.

Para dar cumplimiento al primer objetivo el cual se debe identificar las fuentes de desperdicio de cobre en la empresa Centelsa by Nexans, mediante la aplicación de técnicas de recolección de datos como observación, entrevistas y revisión de documentos.

De acuerdo al proceso de producción de la empresa Centelsa by Nexans las maquinas involucradas en la transformación del cobre para la realización de cables eléctricos son las siguientes extrusoras: 320, 897,900,901 y 902, para lo cual se darán a conocer cada una de las fichas técnicas.

#### Ficha técnica maquina 320

MAQUINA (Código Centelsa by Nexans)		EXT 320
Planta		7100
Serie		No disponible
Fabricante		NOKIA
Denominación técnica		EXTRUSORA NOKIA
Extrusora 1	Material (Plástico)	Pvc
	Diámetro Tornillo(mm)	100
	Relación L/D	24:1
	Razón de compresión	2,8
Extrusora 2	Material (Plástico)	Pvc
	Diámetro Tornillo(mm)	25
	Relación L/D	24:1
	Razón de compresión	3
<b>Cabezal</b>		centro ajustable
<b>Marca y serie del Cabezal PVC</b>		GENCA - D-3030
<b>Marca y serie del Cabezal NYLON</b>		-
Diámetro mínimo Entrada(mm)		0,7
Diámetro máximo Entrada(mm)		29

Diámetro mínimo Salida(mm)	1,2
Diámetro máximo Salida(mm)	38
<b>Pay Off (Entregadores)</b>	
Capacidad (Kg)	1000
Cantidad (Numero)	4 Flyer + 1 Dinámico
Tipo de bobina(mm)	630-760
Canastillo(S/N)	No
<b>Take Ups (Recogedor o embobinador)</b>	
Capacidad (Kg)	1000
Cantidad (Numero)	1 doble
Tipo de bobina(mm)	1000-1200
Velocidad Máxima(m/min)	150
Capstan de entrada (S/N)	S
Capstan de salida (S/N)	S
Acumulador de entrada (S/N)	N
Acumulador de Salida (S/N)	S
Medidor de diámetro (Referencia)	Zumbach
Controlador de diámetro (Referencia)	Usys
Capstan [m/min]	300- caja

**Nota.** Fuente: Centelsa by Nexans. Informe para la Alta Gerencia del manejo de desperdicios en la planta de cables eléctricos. Caloto Cauca. 2013.

### Ficha técnica maquina 897

MAQUINA (Código Centelsa)		897
Planta		7100
Serie		No disponible
Fabricante		DAVIS STANDAR
Denominación técnica		EXTRUSORA LP100
Extrusora 1	Material (Plástico)	Pvc / Silano
	Diámetro	60
	Tornillo(mm)	
	Relación L/D	26:1
	Razón de compresión	1,7
Extrusora 2	Material (Plástico)	Pvc / Silano
	Diámetro	60
	Tornillo(mm)	
	Relación L/D	26:1
	Razón de compresión	1,7
Extrusora 3	Material (Plástico)	Pvc / Silano
	Diámetro	31,7
	Tornillo(mm)	
	Relación L/D	24:1
	Razón de compresión	3 / 1,8
Extrusora 4	Material (Plástico)	Pvc / Silano
	Diámetro	31,7
	Tornillo(mm)	
	Relación L/D	24:1
	Razón de compresión	3 / 1,8
<b>Cabezal</b>		centro fijo
<b>Marca y serie del Cabezal PVC</b>		UNITEK - UXH7SC
<b>Marca y serie del Cabezal NYLON</b>		-
Diámetro mínimo Entrada(mm)		0,1
Diámetro máximo Entrada(mm)		5
Diámetro mínimo Salida(mm)		1,2
Diámetro máximo Salida(mm)		7
<b>Pay Off ( Entregadores)</b>		

Capacidad (Kg)	1000
Cantidad (Numero)	2 Flyer
Tipo de bobina(mm)	630-760
Canastillo(S/N)	no
<b>Take Ups (Recogedor o embobinador)</b>	Doble / Box
Capacidad (Kg)	700 / 25
Cantidad (Numero)	1 / 1
Tipo de bobina(mm)	790 / Caja
Velocidad Máxima(m/min)	500 / 800
Capstan de entrada (S/N)	N
Capstan de salida (S/N)	S
Acumulador de entrada (S/N)	N
Acumulador de Salida (S/N)	Si (pulmón)
Medidor de diámetro (Referencia)	Zumbach
Controlador de diámetro (Referencia)	Usys
Capstan [m/min]	700

**Nota.** Fuente: Centelsa by Nexans. Informe para la Alta Gerencia del manejo de desperdicios en la planta de cables eléctricos. Caloto Cauca. 2013.

**Ficha Técnica Maquina 900**

MAQUINA (Código Centelsa)		900
Planta		EXT
Serie		7100
Fabricante		No disponible
Denominación técnica		ROYLE EXTRUSORA DAVIS 3 1/2
Extrusora 1	Material (Plástico)	
	Diámetro Tornillo(mm)	Pvc
	Relación L/D	60
	Razón de compresión	26:1 1,7
Extrusora 2	Material (Plástico)	
	Diámetro Tornillo(mm)	Pvc
	Relación L/D	60
	Razón de compresión	26:1 1,7
Extrusora 3	Material (Plástico)	
	Diámetro Tornillo(mm)	Pvc
	Relación L/D	38,1
	Razón de compresión	24:1 3
Extrusora 4	Material (Plástico)	
	Diámetro Tornillo(mm)	Pvc
	Relación L/D	38,1
	Razón de compresión	24:1 3
<b>Cabezal</b>		
<b>Marca y serie del Cabezal PVC</b>		centro fijo
<b>Marca y serie del Cabezal NYLON</b>		UNITEK - UXH7SC
Diámetro mínimo Entrada(mm)		-
Diámetro máximo Entrada(mm)		0,1 5
Diámetro mínimo Salida(mm)		
Diámetro máximo Salida(mm)		1,2 7
<b>Pay Off( Entregadores)</b>		

---

Capacidad (Kg)	
Cantidad (Numero)	1000
Tipo de bobina(mm)	2 Flyer
Canastillo(S/N)	630-760
	No
<b>Take Ups(Recogedor o embobinador)</b>	
Capacidad (Kg)	Box
Cantidad (Numero)	25
Tipo de bobina(mm)	1
	Caja
Velocidad Máxima(m/min)	
	500
Capstan de entrada (S/N)	
Capstan de salida (S/N)	N
Acumulador de entrada (S/N)	S
Acumulador de Salida (S/N)	N
Medidor de diámetro (Referencia)	Si (pulmon)
Controlador de diámetro (Referencia)	Odex
	Usys
Capstan [m/min]	
	800

---

**Nota.** Fuente: Centelsa by Nexans. Informe para la Alta Gerencia del manejo de desperdicios en la planta de cables eléctricos. Caloto Cauca. 2013.



**Ficha Técnica Maquina 901**

MAQUINA (Código Centelsa by Nexans)		EXT
Planta		7100
Serie		No disponible
Fabricante		MAILLEFER
Denominación técnica		EXTRUSORA 901
Extrusora 1	Material (Plástico)	PVC/Silano
	Diámetro Tornillo(mm)	60
	Relación L/D	26:1
	Razón de compresión	1,7
Extrusora 2	Material (Plástico)	PVC/SILANO
	Diámetro Tornillo(mm)	60
	Relación L/D	26:1
	Razón de compresión	1,03
Extrusora 3	Material (Plástico)	Pvc
	Diámetro Tornillo(mm)	44
	Relación L/D	24:1
	Razón de compresión	2,8
Extrusora 4	Material (Plástico)	PVC
	Diámetro Tornillo(mm)	44
	Relación L/D	24:1
	Razón de compresión	2,8
<b>Cabezal</b>		centro fijo
<b>Marca y serie del Cabezal PVC</b>		UNITEK - UXH7SC
<b>Marca y serie del Cabezal NYLON</b>		-
Diámetro mínimo Entrada(mm)		0,1
Diámetro máximo Entrada(mm)		5
Diámetro mínimo Salida(mm)		1,2
Diámetro máximo Salida(mm)		7
<b>Pay Off ( Entregadores)</b>		
Capacidad (Kg)		1000

---

Cantidad (Numero)	2 Flyer
Tipo de bobina(mm)	630-760
Canastillo(S/N)	No
<b>Take Ups (Recogedor o embobinador)</b>	Doble / Box
Capacidad (Kg)	1000 / 25
Cantidad (Numero)	1 / 1
Tipo de bobina(mm)	1000 / Caja
Velocidad Máxima(m/min)	500 / 800
Capstan de entrada (S/N)	N
Capstan de salida (S/N)	S
Acumulador de entrada (S/N)	N
Acumulador de Salida (S/N)	Si (pulmón)
Medidor de diámetro (Referencia)	Odex
Controlador de diámetro (Referencia)	Usys
Capstan [m/min]	700

---

**Nota.** Fuente: Centelsa by Nexans. Informe para la Alta Gerencia del manejo de desperdicios en la planta de cables eléctricos. Caloto Cauca. 2013.

**Ficha Técnica Maquina 902**

MAQUINA (Código Centelsa by Nexans)		EXT 902
Planta		7100
Serie		U815
Fabricante		DAVIS-STANDARD
Denominación técnica		EXTRUSORA 902 DAVIS 3 1/2
Extrusora 1	Material (Plástico)	Pvc
	Diámetro Tornillo(mm)	89
	Relación L/D	27:1
	Razón de compresión	3 (viejo), 2,6 (Reiloy)
Extrusora 2	Material (Plástico)	PVC
	Diámetro Tornillo(mm)	32
	Relación L/D	24:1
	Razón de compresión	3
Extrusora 3	Material (Plástico)	Nylon
	Diámetro Tornillo(mm)	80
	Relación L/D	24:1
	Razón de compresión	3,55
Extrusora 4	Material (Plástico)	
	Diámetro Tornillo(mm)	
	Relación L/D	
	Razón de compresión	
<b>Cabezal</b>		centro ajustable
<b>Marca y serie del Cabezal PVC</b>		GENCA - NKB1070
<b>Marca y serie del Cabezal NYLON</b>		GENCA - MLB-0507
Diámetro mínimo Entrada(mm)		0,7
Diámetro máximo Entrada(mm)		5
Diámetro mínimo Salida(mm)		1,2
Diámetro máximo Salida(mm)		14
<b>Pay Off (Entregadores)</b>		

---

Capacidad (Kg)	1000
Cantidad (Numero)	2 Flyer
Tipo de bobina(mm)	630-760
Canastillo(S/N)	No
<b>Take Ups (Recogedor o embobinador)</b>	Doble
Capacidad (Kg)	1000
Cantidad (Numero)	1
Tipo de bobina(mm)	790-900-1000
Velocidad Máxima(m/min)	200
Capstan de entrada (S/N)	N
Capstan de salida (S/N)	S
Acumulador de entrada (S/N)	S
Acumulador de Salida (S/N)	S
Medidor de diámetro (Referencia)	Zumbach
Controlador de diámetro (Referencia)	Usys
Capstan [m/min]	300 - caja

---

**Nota.** Fuente: Centelsa by Nexans. Informe para la Alta Gerencia del manejo de desperdicios en la planta de cables eléctricos. Caloto Cauca. 2013.

Las extrusoras 320, 897, 900, 901 y 902 de la empresa Centelsa by Nexans trabajan en turnos rotativos 24 horas diarias en turnos de 8 horas durante 6 días a la semana, de acuerdo a la velocidad promedio de línea la producción promedio es de 134.400 metros de cables eléctricos por turno como lo muestra la tabla 1.

En la cual se encuentra plasmada cada una de las máquinas, velocidad de línea, tiempo de trabajo y cantidad de metros diarios que cada una por turno de producción.

**Tabla 1**

*Metro por turno*

Maquina	Velocidad Línea	Minutos de Trabajo por 8 Horas	Metros por 8 Horas
320	220	480	105.600
897	350	480	168.000
900	400	480	192.000
901	250	480	120.000
902	180	480	86.400
Total, metros			<b>672.000</b>
Promedio			<b>134400</b>

*Nota.* Esta tabla muestra la cantidad de metros que produce cada una de las maquinas extrusoras durante un turno de 8 horas. *Fuente.* Autoría propia

### **Entrevista Jefe De Planta**

Al realizar la entrevista semi estructurada al jefe de planta de la empresa Centelsa by Nexans se logra identificar con claridad la maquinas extrusora que más desperdicio genera en el proceso de producción, como se planifica la producción durante cada turno, la recolección y pesaje del desperdicio durante la jornada laboral, los turno que realizan diariamente y cuantas extrusoras tiene en la empresa; las preguntas y respuestas se encuentran como anexo 1.

## Descripción De La Metodología Del Desperdicio

De acuerdo a las políticas de la empresa Centelsa by Nexans con base a la producción mensual de cada una de las maquina extrusoras, la alta gerencia realiza una proyección de las metas de desperdicio de las extrusoras de la empresa como es indicado en la tabla 2; por otra parte, con las ilustraciones 1 y 2 se muestra la forma en la cual se realiza el pesaje y registros de los desperdicios generados por cada una de las maquinas objeto de estudio.

### Figura 1

*Metodología de pesaje del desperdicio*



*Nota.* Esta ilustración muestra la metodología que utiliza la empresa para el pesaje desperdicio generado por cada una de las maquinas extrusoras. *Fuente.* Autoría propia.

**Figura 2**

*Registro del pesaje del desperdicio*



*Nota.* Esta ilustración muestra como la empresa para registrar el desperdicio generado por cada una de las maquinas extrusoras. *Fuente.* Autoría propia.

*Fuente.* Autoría propia



**Tabla 2***Meta mes*

Maquinas	Meta Mes
Extrusora 901	2%
Extrusora 902	3%
Extrusora 903	3%
Extrusora 897	4%
Extrusora 900	4%
Extrusora 320	2%

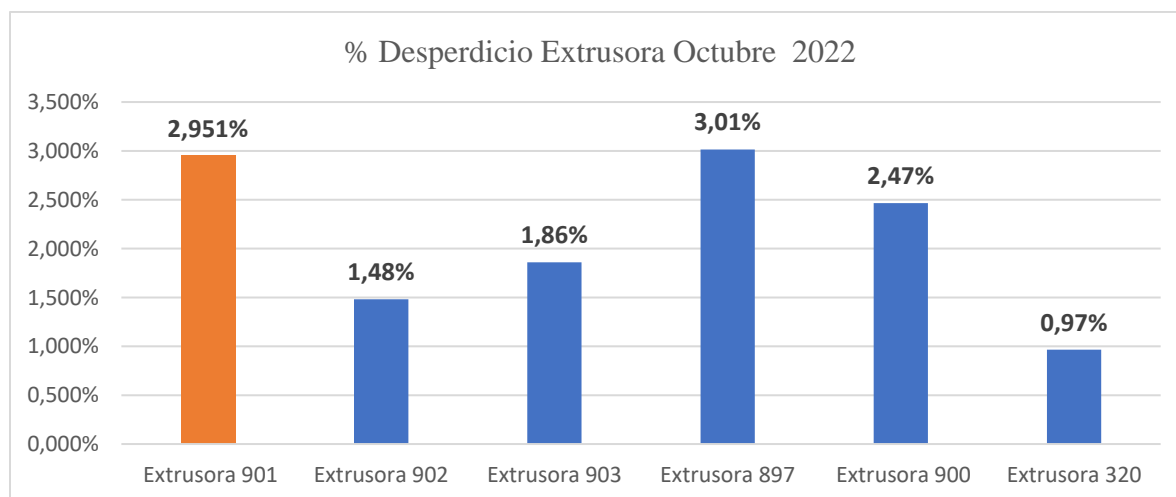
*Nota.* En esta tabla se muestra la meta del desperdicio mensual por maquina extrusora Fuente. Centelsa by Nexans. Informe para la Alta Gerencia del manejo de desperdicios en la planta de cables eléctricos Caloto Cauca. (2013).

El proceso mediante el cual se realiza el control y medición del desperdicio en la planta de producción es por maquina y se realiza el pesaje al final de cada turno, lo cual se evidenciará en cada uno de las tablas siguientes en los que se dará a conocer los resultados del desperdicio y sus porcentajes desde el mes de octubre de 2022 hasta febrero del 2023.

**Tabla 3***Desperdicio octubre*

Área / Causa	Octubre 2022			
	Producción (kg)	Desperdicio Total (kg)	% Desperdicio	% Participación
Extrusora 901	50.832	1.500	2,951%	13,18%
Extrusora 902	40.508	600	1,48%	5,27%
Extrusora 903	72.859	1.355	1,86%	11,90%
Extrusora 897	121.745	3.670	3,01%	32,24%
Extrusora 900	133.035	3.280	2,47%	28,81%
Extrusora 320	101.389	980	0,97%	8,61%
<b>Total</b>		<b>11.385</b>		<b>100,00%</b>

*Nota.* Esta tabla muestra la producción, el total de desperdicio, el porcentaje de desperdicio y la participación de cada una de las maquinas extrusoras en el mes de octubre del 2022. *Fuente.* Autoría propia

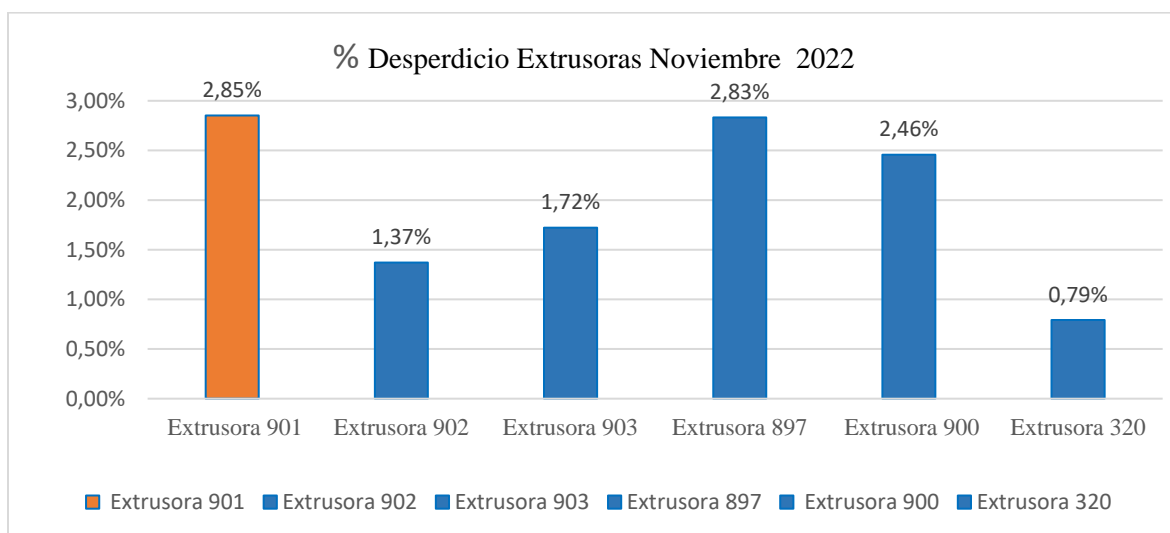
**Figura 3***Porcentaje desperdicio octubre*

*Nota.* Este grafico muestra el porcentaje de desperdicio de cada una de las maquinas extrusoras en el mes de octubre del 2022. *Fuente.* Autoría propia

**Tabla 4***Desperdicio Noviembre*

<b>Noviembre 2022</b>					
Área / Causa	Producción (kg)	Desperdicio Total (kg)	% Desperdicio	% Participación	
Extrusora 901	51.890	1.480	2,85%	13,30%	
Extrusora 902	44.508	610	1,37%	5,48%	
Extrusora 903	72.870	1.255	1,72%	11,28%	
Extrusora 897	131.000	3.710	2,83%	33,35%	
Extrusora 900	133.100	3.270	2,46%	29,39%	
Extrusora 320	101.000	800	0,79%	7,19%	
<b>Total</b>		<b>11.125</b>		<b>100,00%</b>	

*Nota.* Esta tabla muestra la producción, el total de desperdicio, el porcentaje de desperdicio y la participación de cada una de las maquinas extrusoras en el mes de noviembre del 2022. *Fuente.* Autoría propia

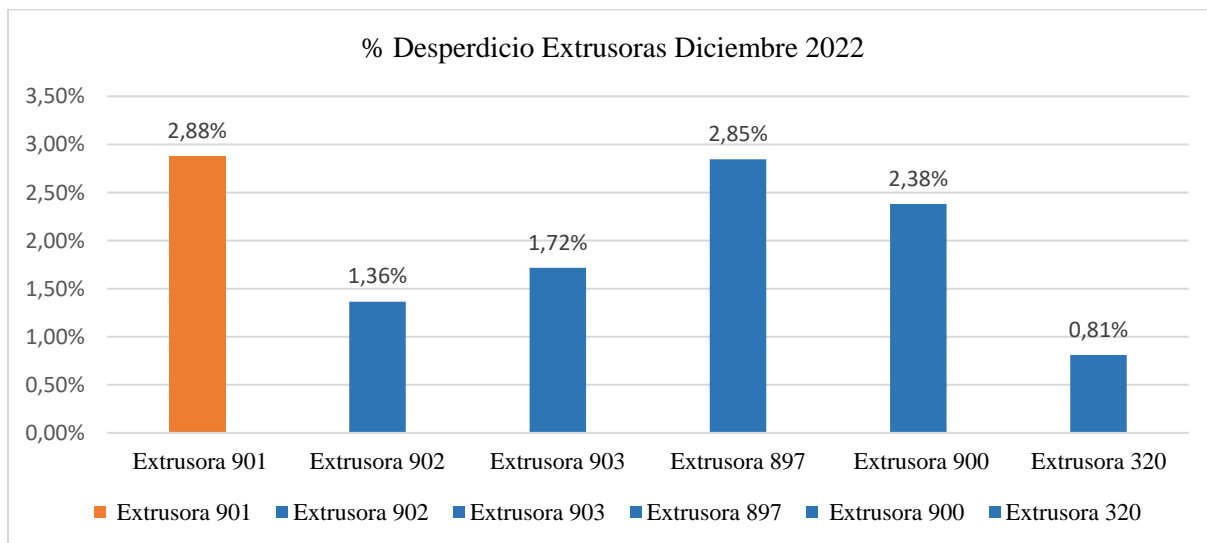
**Figura 4***Porcentaje desperdicio noviembre*

*Nota.* Este grafico muestra el porcentaje de desperdicio de cada una de las maquinas extrusoras en el mes de noviembre del 2022. *Fuente.* Autoría propia

**Tabla 5***Desperdicio Diciembre*

Diciembre 2022				
Área / Causa	Producción (kg)	Desperdicio Total (kg)	% Desperdicio	% Participación
Extrusora 901	51.890	1.495	2,88%	13,51%
Extrusora 902	44.000	600	1,36%	5,42%
Extrusora 903	72.800	1.250	1,72%	11,30%
Extrusora 897	130.000	3.700	2,85%	33,44%
Extrusora 900	133.100	3.170	2,38%	28,65%
Extrusora 320	105.000	850	0,81%	7,68%
Total		11.065		100,00%

*Nota.* Esta tabla muestra la producción, el total de desperdicio, el porcentaje de desperdicio y la participación de cada una de las maquinas extrusoras en el mes de diciembre del 2022. *Fuente.* Autoría propia

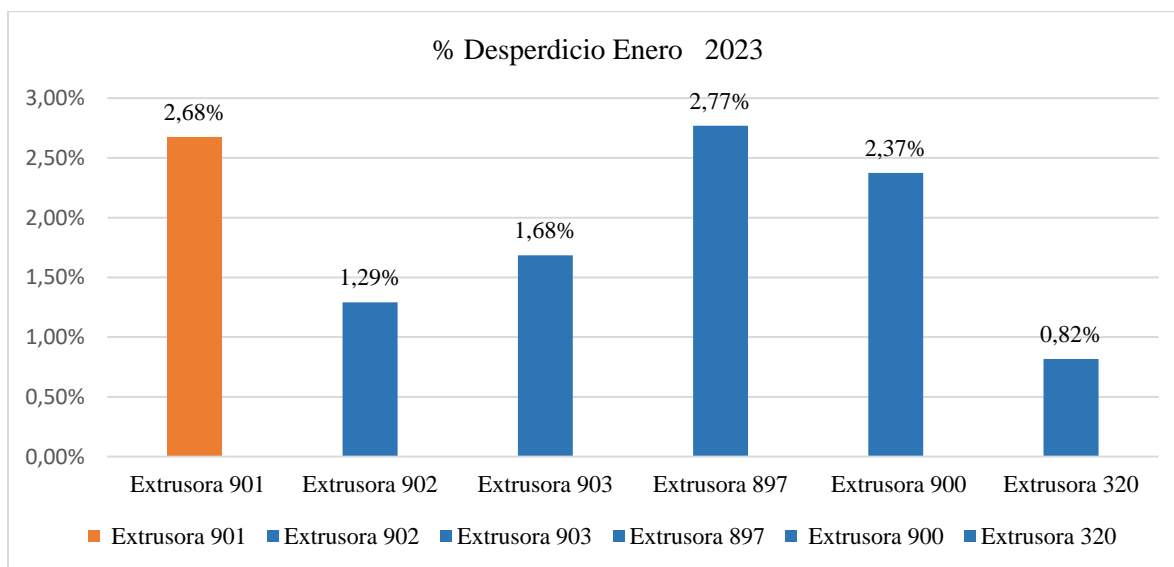
**Figura 5***Porcentaje desperdicio diciembre*

*Nota.* Este grafico muestra el porcentaje de desperdicio de cada una de las maquinas extrusoras en el mes de diciembre del 2022. *Fuente.* Autoría propia

**Tabla 6***Desperdicio enero*

Enero 2023				
Área / Causa	Producción (kg)	Desperdicio Total (kg)	% Desperdicio	% Participación
Extrusora 901	57.890	1.550	2,68%	13,85%
Extrusora 902	48.000	620	1,29%	5,54%
Extrusora 903	74.800	1.260	1,68%	11,26%
Extrusora 897	134.000	3.710	2,77%	33,15%
Extrusora 900	133.100	3.160	2,37%	28,24%
Extrusora 320	109.000	890	0,82%	7,95%
<b>Total</b>		<b>11.190</b>		<b>100,00%</b>

*Nota.* Esta tabla muestra la producción, el total de desperdicio, el porcentaje de desperdicio y la participación de cada una de las maquinas extrusoras en el mes de enero del 2023. *Fuente.* Autoría propia.

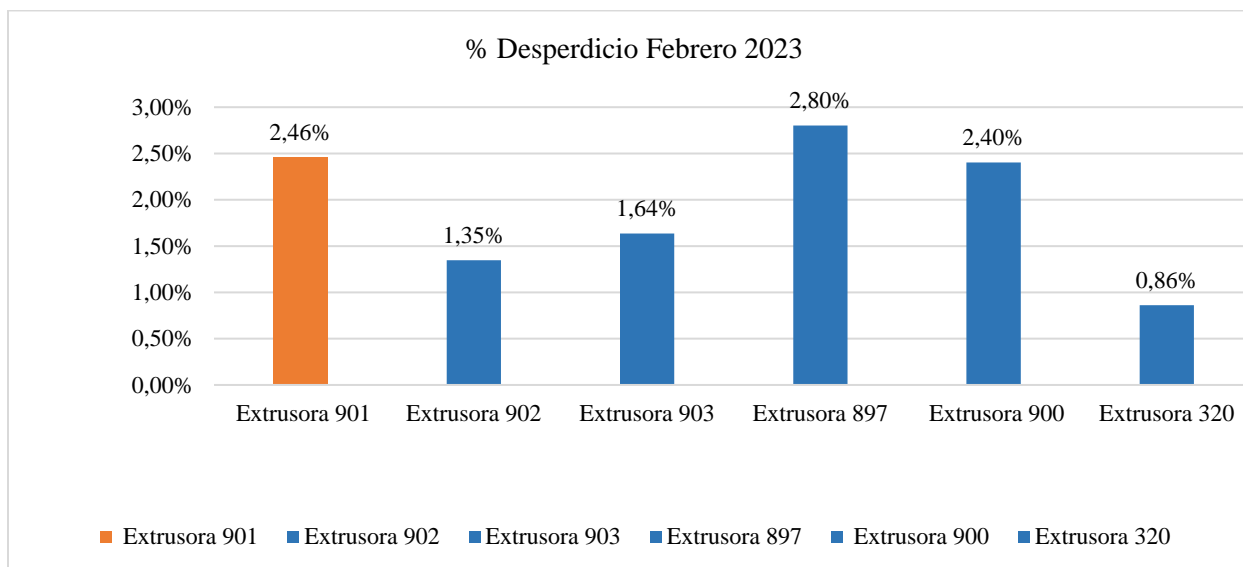
**Figura 6***Desperdicio enero*

*Nota.* Este grafico muestra el porcentaje de desperdicio de cada una de las maquinas extrusoras en el mes de enero del 2023. *Fuente.* Autoría propia

**Tabla 7***Desperdicio febrero*

Febrero 2023				
Área / Causa	Producción (kg)	Desperdicio Total (kg)	% Desperdicio	% Participación
Extrusora 901	58.890	1.450	2,46%	13,15%
Extrusora 902	46.000	620	1,35%	5,62%
Extrusora 903	75.800	1.240	1,64%	11,24%
Extrusora 897	132.000	3.700	2,80%	33,54%
Extrusora 900	131.100	3.150	2,40%	28,56%
Extrusora 320	101.000	870	0,86%	7,89%
Total		11.030		100,00%

*Nota.* Esta tabla muestra la producción, el total de desperdicio, el porcentaje de desperdicio y la participación de cada una de las maquinas extrusoras en el mes de febrero del 2023. *Fuente.* Autoría propia

**Figura 7***Porcentaje desperdicio febrero*

*Nota.* Este grafico muestra el porcentaje de desperdicio de cada una de las maquinas extrusoras en el mes de febrero del 2023. *Fuente.* Autoría propia

Con relación a los gráficos y cuadros anteriormente expuestos y de acuerdo con la política de desperdicio requerida por la alta gerencia de la empresa Centelsa by Nexans la extrusora 901 durante la muestra realizada desde el mes de octubre del año 2022 hasta el mes de febrero del 2023 es la máquina que no cumple las metas impuestas como requisito para el desperdicio de cobre el cual nos promedia 2.76% como lo muestra la tabla y la figura 8 presentado a continuación.

**Tabla 8**

*Desperdicio promedio y meta mes*

Área / Causa	% Promedio Desperdicio	Meta Mes
Extrusora 901	2,76%	2%
Extrusora 902	1,37%	3%
Extrusora 903	1,72%	3%
Extrusora 897	2,85%	4%
Extrusora 900	2,42%	4%
Extrusora 320	0,85%	2%

*Nota.* Esta tabla muestra el porcentaje del desperdicio promedio desde el mes de diciembre del 2022 hasta febrero del 2023 y la el porcentaje de la meta requerida por la empresa. *Fuente* Autoría propia

**Tabla 9**

*Valor del desperdicio mensual*

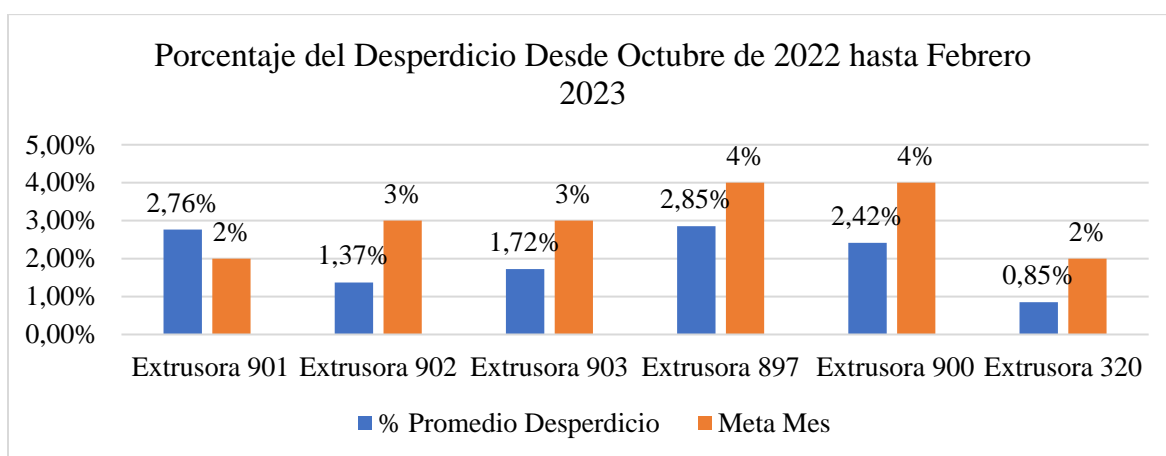
Meses	Precio Kilo	Desperdicio mes	Desperdicio en pesos
Octubre	36.721	1.500	55.081.500
Noviembre	40.313	1.480	59.663.240
Diciembre	40.004	1.495	59.805.980
Enero	43.300	1.550	67.115.000
Febrero	43.855	1.450	63.589.750
	TOTAL		305.255.470

*Nota.* Esta tabla muestra el valor que tiene el cobre mes a mes y el precio total del desperdicio generado desde octubre hasta febrero. *Fuente* Autoría propia. Datos sacados de la página compraoro.org

Con respecto a la tabla 8 se puede evidenciar que la empresa Centelsa by Nexans durante los meses de octubre del 2022 hasta febrero de 2023 genero un desperdicio promedio de 1495 kilos lo que le genero unas pérdidas de 305.255.470\$ millones de pesos lo que hace evidente implementar metodología que generen que este monto se puede disminuir y poder tener unos costos de producción menores y rentables para la organización.

### Figura 8

*Promedio del desperdicio desde octubre de 2022 hasta febrero 2023*



*Nota.* Este grafico muestra el porcentaje promedio de desperdicio de cada una de las maquinas extrusoras y la meta requerida por la empresa. *Fuente.* Autoría propia



### **Revisión literaria sobre reducción de cobre.**

Para alcanzar el objetivo específico número dos realizar una revisión de literatura sobre las estrategias de reducción de costos por desperdicios en la producción de cables eléctricos, con el fin de identificar las mejores prácticas y herramientas disponibles para abordar el problema.

De acuerdo con el marco teórico se utilizara las herramientas de mejora continua ciclo PHVA y la metodología 5W+1H, las cuales permiten encontrar las medidas y estándares de cada uno de los procesos en donde se puedan encontrar y diagnosticar las principales variables para poder así efectuar cambios en el sistema de gestión de la empresa Centelsa by Nexans y con ello realizar un análisis de cada resultado obtenidos basados en los problemas y poder tener una disminución en el desperdicios de cobre en las extrusoras.

### **Ciclo De Mejora Continua De La Calidad Los Procesos - PHVA**

A partir del año 1950, y en repetidas oportunidades durante las dos décadas siguientes, Deming empleó el Ciclo PHVA como introducción a todas y cada una de las capacitaciones que brindó a la alta dirección de las empresas japonesas. De allí hasta la fecha, este ciclo (que fue desarrollado por Shewhart), ha recorrido el mundo como símbolo indiscutido de la Mejora Continua. Las Normas NTP-ISO 9000:2001 basan en el Ciclo PHVA su esquema de la Mejora Continua del Sistema de Gestión de la Calidad (García P et al., 2003).

Cabe resaltar que esta herramienta es una de las más utilizadas en las organizaciones que busca mejorar sus procesos productivos, debido que brinda pautas con las que se puede identificar ampliamente la proyección de los sistemas de gestión de la calidad (SGC) con el objetivo ayudarles a las empresas ser competitividad, mejorando sus procesos y la calidad de sus productos con lo que pueden tener una disminución relevante en los costos de producción.

En la empresa G&M S.A.C., del año 2020 se inició con la aplicar la metodología PHVA para incrementar el nivel de satisfacción del cliente de la empresa G&M S.A.C., el tipo de estudio fue aplicada, con diseño experimental en la categoría preexperimental, la población fueron los clientes de la Empresa G&M S.A.C., del año 2020, la muestra fueron los clientes registrados en la base de datos durante el último trimestre, el muestreo fue no probabilístico por conveniencia. Como resultados se obtuvo un nivel global de cumplimiento de 36% y un 64% de incumplimiento evidenciando un bajo nivel; del cuestionario SERVQUAL se obtuvo un indicador de nivel de satisfacción del cliente 41.20%; en la implementación de la metodología PHVA (Carranza et al, 2020).

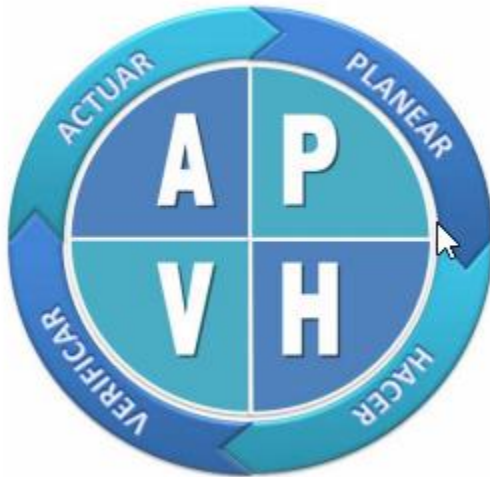
Hoy en día, es de gran importancia para una organización tener el máximo reconocimiento a nivel nacional e internacional, y una forma de lograrlo es la certificación ISO 9001: 2015; esto se debe a que pertenece a los estándares ISO ((International Organization for Standardization), siendo reconocida internacionalmente como los requisitos de sistemas de gestión de calidad, por lo tanto brinda una mayor credibilidad e imagen de la organización, una integración de procesos adecuada, una cultura de mejora continua ( CICLO PHVA), un mayor compromiso con los empleados y una mayor satisfacción del cliente, entre otras (ROJAS, 2020).

El Ciclo PHVA en la mejora continua de la gestión de proyectos y la Calidad fue reportada por más del 80% de los estudios seleccionados, encontrando en todos los estudios resultados positivos, en diversos sectores empresariales y países, evidenciando la versatilidad del ciclo PHVA que propone desde enfoques holísticos hasta la Digitalización y Automatización Industrial (DA), impulsada a través de nuevos paradigmas productivos como la Industria 4.0. (Moyano, 2021)

Edwards Deming difundió el ciclo PHVA como una herramienta simple de mejora continua que puede ser empleada dentro de las organizaciones, y que cuando se utiliza adecuadamente puede ayudar significativamente en la realización de las actividades de una manera más organizada y eficaz. Krajewski y Ritzman (2000) recomiendan en su libro *Administración de operaciones: Estrategia y análisis*, que las empresas dedicadas al mejoramiento continuo deberían usar el ciclo de Deming (PHVA) para resolución de problemas, y que este comprende los siguientes pasos:

### Figura 9

*Ciclo de Deming*



*Fuente:* Elaboración propia Basada en Lee J. Krajewski y Larry P. Ritzman (2000).

### 5W+1H

La 5W+1H es una metodología de análisis empresarial que consiste en contestar seis preguntas básicas: qué (WHAT), por qué (WHY), cuándo (WHEN), dónde (WHERE), quién (WHO) y cómo (HOW). Esta regla creada por Lasswell (1979) puede considerarse como una

lista de verificación mediante la cual es posible generar estrategias para implementar una mejora (Trias Monica et al., 2009).

La metodología 5W+1H (What, Why, Who, When, Where, How) es una herramienta útil para identificar los elementos clave de un problema y establecer las estrategias para solucionarlo. En este proyecto se aplicaría para identificar el desperdicio de cobre en la empresa Centelsa by Nexans. A continuación, se explican las preguntas que se deben responder para aplicar esta metodología:

**What (Qué):** ¿Qué es el desperdicio de cobre en la empresa Centelsa by Nexans?

**Why (Por qué):** ¿Por qué se genera desperdicio de cobre en la empresa Centelsa by Nexans?

**Who (Quién):** ¿Quiénes están involucrados en el proceso productivo donde se genera el desperdicio de cobre en la empresa Centelsa by Nexans?

**When (Cuándo):** ¿Cuándo se genera el desperdicio de cobre en la empresa Centelsa by Nexans?

**Where (Dónde):** ¿Dónde se genera el desperdicio de cobre en la empresa Centelsa by Nexans?

**How (Cómo):** ¿Cómo se puede reducir el desperdicio de cobre en la empresa Centelsa by Nexans?

El uso generalizado a nivel internacional del ciclo PDCA demuestra que es una herramienta sistemática, sencilla de aplicar y muy efectiva para implementar mejoras en cualquier proceso. Sin embargo, resulta esencial definir acciones adecuadas durante la etapa del ACT. La regla de las 5W+H permite definir exactamente esas acciones. Obliga a definir quién,

cómo, cuando, por qué, dónde y cómo se mejorará, es decir, todos los aspectos que definen completamente una acción, lo que permite lograr una sinergia entre ambas reglas (Trias Monica et al., 2009).

La herramienta que se utilizó fue 5W+1H, en la cual se describe a grandes rasgos qué y cómo se va a desarrollar el proyecto, las razones de cada acción, las fechas en las que se planea trabajar en dichas acciones, además de los responsables o involucrados en las tareas.

(HERNÁNDEZ & SAAVEDRA, 2019).

### Figura 10

#### Metodología 5W+1H

<b>¿Qué?</b>	El tiempo estándar para realizar una tarea que se tiene no es confiable, pues este tiempo no ha sido medido y varía según el tamaño del pedido que se está preparando y empacando.
<b>¿Dónde?</b>	Proceso de preparación
<b>¿Cuándo?</b>	Cada vez que se alista un pedido
<b>¿Cómo?</b>	En la actualidad el registro de los tiempos se está realizando por hora de entrega de cada pedido, sin embargo, no se conoce con exactitud si este tiempo es verdadero, es decir, si durante el proceso de picking o alistamiento el operario puede presentar alguna distracción o inconveniente que lo llevó a demorarse más en comparación con otro operario.
<b>¿Por qué?</b>	Cada trabajador realiza el proceso de picking y a un ritmo diferente de acuerdo con su experiencia, habilidad, o de acuerdo con las condiciones que se tengan en el momento, porque no se conoce cuánto se debería demorar cada trabajador en desarrollar las actividades asignadas.
<b>¿Quién?</b>	Los operarios.

Fuente. Hernández & Saavedra, 2019.

### **Estrategias utilizadas para la reducción costos**

Para la puesta en marcha el objetivo específico 3 el cual expresa que se debe desarrollar e implementar las estrategias de reducción de costos por desperdicios de cobre en la empresa Centelsa by Nexans

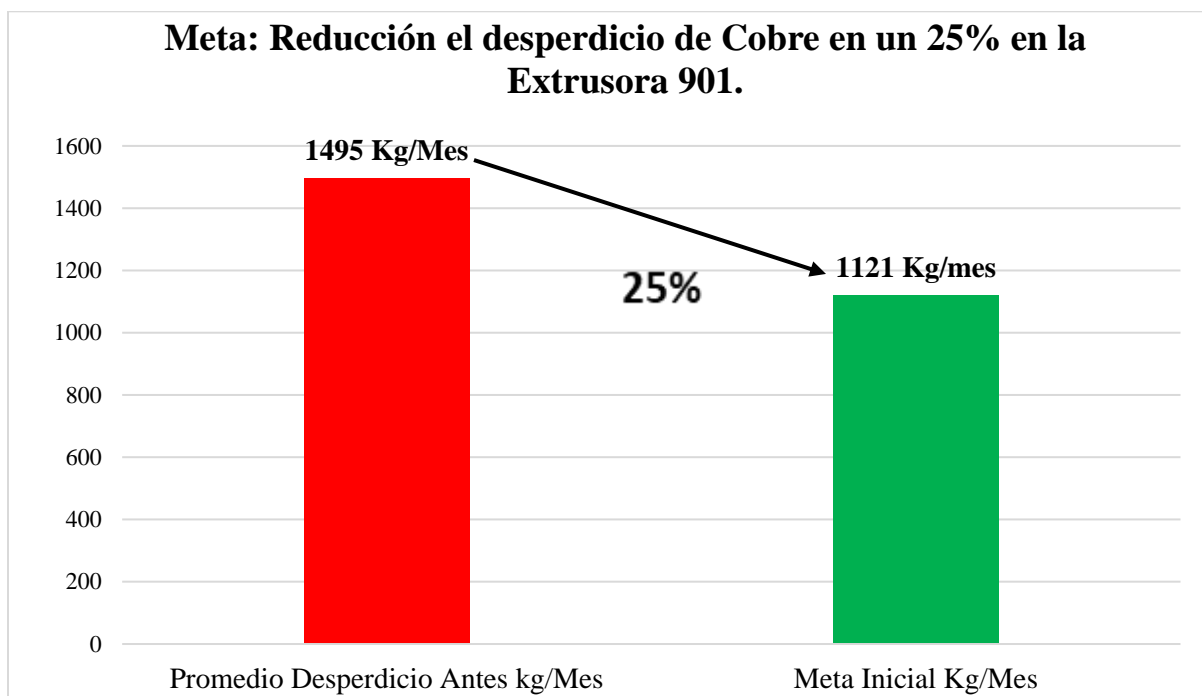
Es pertinente el implementar tecnología de última generación debido que con la ayuda de esta se puede contribuir a reducir el desperdicio de cobre, permitiendo un mayor control y precisión sobre los procesos que generan los residuos. De igual manera establecer objetivos claros y medibles puede ayudar a la empresa Centelsa by Nexans a centrarse en la reducción del desperdicio de cobre y mejorar sus costos de producción. En general, reducir el desperdicio en la empresa requiere un enfoque holístico y una estrategia claramente definida como el método 5W+1H, todos de causa y efecto etc.

La combinación de todas estas medidas podría ayudar a reducir el desperdicio de una manera significativa en la empresa lo cual se muestra en la tabla y grafico 7 donde se tiene claridad sobre la meta que se pretende alcanzar al realizar este estudio de caso en la maquina 901.

Cabe resaltar que la meta que se desea llegar después de la aplicación de cada una de las metodologías es disminuir los desperdicios de cobre en la maquina objeto de estudio en un 25%, lo que le permitirá a la empresa reducir los costos de producción y ser más eficiente como los muestra tabla 10.

**Tabla 10***Meta de reducción del desperdicio*

Promedio Desperdicio Antes kg/Mes	Meta Inicial Kg/Mes
1495	1121

*Fuente. Autoría propia***Figura 11***Meta de reducción de cobre extrusora 901*

*Nota.* Este grafico muestra el porcentaje del desperdicio que se desea reducir. *Fuente.* Autoría propia

Las empresas debido a los constantes cambios del mercado deben ser cada vez más eficientes y efectivas, buscando alternativas que le permitan optimizar los costos, los precios de los servicios o productos que brindan y con alta calidad, logrando mantener la satisfacción de sus clientes; por tal motivo se realiza la metodología 5w+1H como se muestra en la tabla 11.

**Tabla 11**

*Modelo 5W+1H*

CAUSA(S) RAÍZ	5W+1H					
	¿Qué? Acción propuesta y tipo	¿Por qué? Razón de la acción	¿Como? Forma de hacerlo	¿Quién? Responsab le	¿Cuándo? Fecha	¿Dónde? Lugar
El metraje final de la bobina varia porque el cambio de bobina se realiza de manera manual, porque en modo automático, el repartidor se demora en llegar al extremo de la bobina y generaría más variación.	Hacer pruebas para llegar al ajuste óptimo de la velocidad del repartidor en el cambio de bobina automático.	Garantizar que el metraje de la bobina tenga la tolerancia requerida para evitar sobrantes o tramos cortos en Fraccionado	Con la ayuda del equipo de Mantenimiento, modificar el factor que permite variar la velocidad del repartidor en el cambio automático de bobina.	Franklin Fory	Mar -May 2023	Extrusora 901
La uña no agarre el cable en los cambios de bobina y se generen roturas.	Modificar el diseño de la uña para que dé más confiabilidad en su operación.	Reducir el desperdicio de cobre por roturas.	Adaptar el diseño de la uña del embobinador de la Extr. 902 al embobinador de la Extr. 901.	Franklin Fory	Mar -May 2023	Extrusora 901.
Nylon absorbe humedad por el tiempo de	Modificar la posición del sensor de nivel	Evitar fallas de proceso en el	Instalar sensor de nivel en la	Equipo Extru-Power	Mar -May 2023	Extrusora 901



residencia en la tolva.	de la tolva para no llenar toda la tolva. Facilitar el proceso de evacuación del nylon de la tolva.	proceso de chaqueta nylon para evitar generar desperdicio de cobre.	parte media de la tolva. Implementar un soporte que mueva toda la tolva para evacuar rápidamente la misma.				
Desgaste del tornillo o barril de la extrusora de Nylon, generan variación del diámetro.	Cambio de barril y tornillo de extrusora de Davis Standar 1-3/4"	Reducir el desperdicio de cobre generado en los arranques cuando se procesa Nylon.	Compra de tornillo y Barril a proveedor Milacron.	Franklin Fory	Mar 2023	-May	Extrusora 901

*Nota.* Esta tabla muestra la aplicación de la metodología 5w+h1 en la máquina que más desperdicio genera. *Fuente.* Autoría propia

### Qué es el diagrama causa-efecto

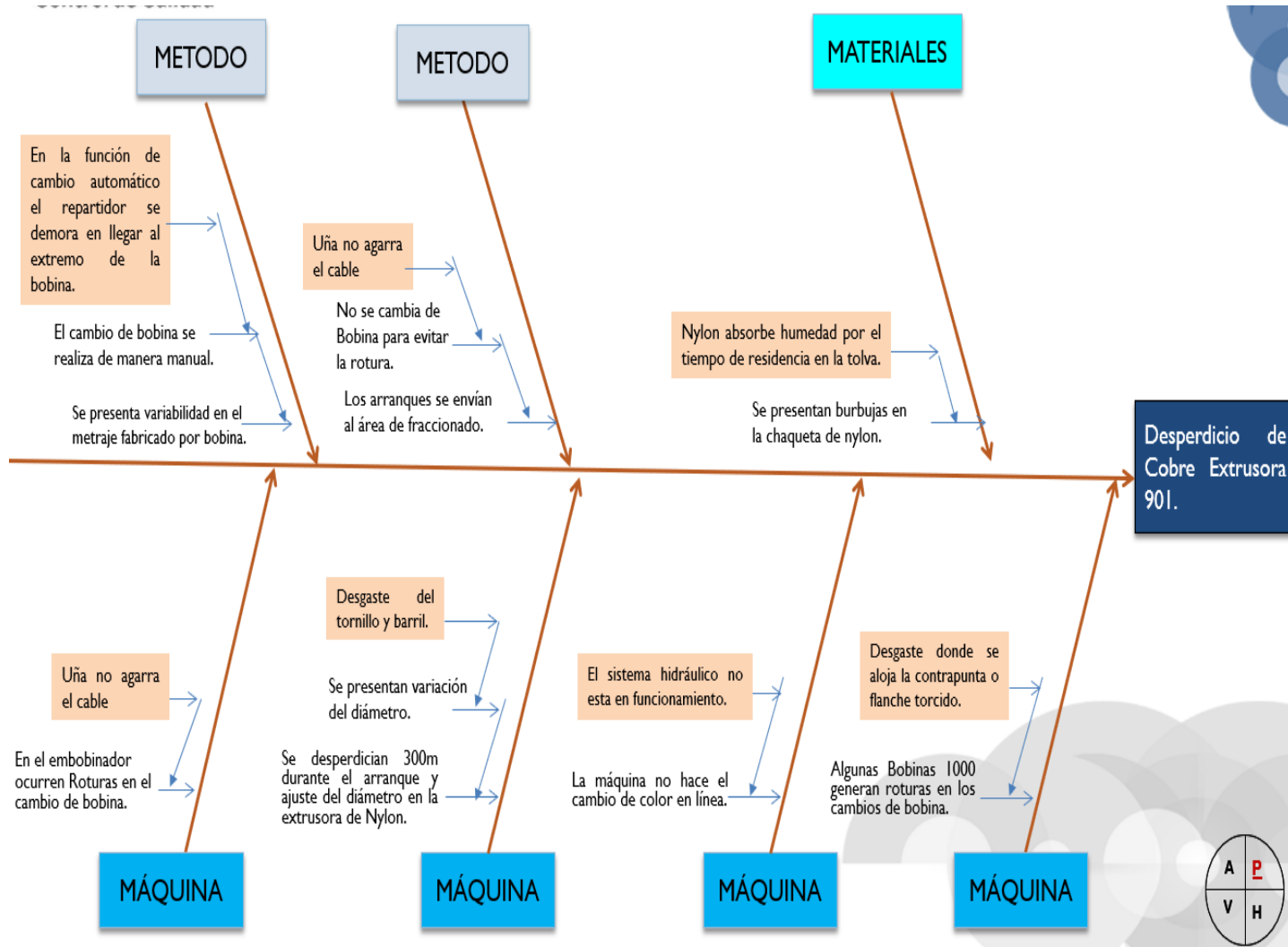
Es una herramienta que permite representar un problema o enfoque central y sus causas de una forma visual, donde el problema representa la «cabeza del pescado», de la que emerge una espina central. Desde allí se derivan las causas mayores o espinas grandes.

A su vez, las espinas grandes pueden estar conformadas por espinas más pequeñas también llamadas causas menores.

Su creador, Kaoru Ishikawa recomendaba que la espina de pescado se desarrollara hasta el quinto nivel de causas (Betancourt, 2016).

**Figura 12**

*Diagrama de Causa y efecto*



Fuente. Autoría propia

## Resultados de cada una de las causas del desperdicio

**Tabla 12**

*Resultados 5W+1HTabla 2. Resultados 5w*

<b>CAUSA(S) RAÍZ</b>	<b>Resultados Obtenidos</b>
El metraje final de la bobina varia porque el cambio de bobina se realiza de manera manual, porque en modo automático, el repartidor se demora en llegar al extremo de la bobina y generaría más variación.	Se le aumento la velocidad al repartido para que al momento de realizar el cambio automático este llegue a la posición de corte y no genere material sobrante en la bobina.
La uña no agarre el cable en los cambios de bobina y se generen roturas.	Se realiza la adecuación de las uñas de corte para que esta puedan coger el cable y así evitar la roturas en los cambios de bobina.
Nylon absorbe humedad por el tiempo de residencia en la tolva.	Se le pone un sensor a la tolva de alimentación para que se evite el llenado total y sobrante del material para que se use solo lo necesario durante el proceso.
Desgaste del tornillo o barril de la extrusora de Nylon, generan variación del diámetro.	Se realiza la compra y cambio del barril y tornillo para evitar variaciones y desperdicios por material no conforme.

*Fuente. Autoría propia*

## Resultados Ciclo PHVA

El ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar) es una metodología que permite el mejoramiento continuo de los procesos. En este caso, se puede aplicar a la reducción de costos por desperdicios de cobre en la empresa Centelsa by Nexans. A continuación, se explica cómo se aplicaría el ciclo PHVA en este proyecto como lo muestra la tabla 13.

En la figura 13 y 14 veremos las reuniones de piso en donde se realiza la planificación con los operarios de extrusión, jefe de mantenimiento, ingeniero de proceso, supervisores y jefe de producción las metas aplicando la metodología PHVA.

### Figura 13

*Reunión de metodología PHVA*



*Nota.* Esta ilustración muestra las reuniones de piso donde se aplica la metodología PHVA  
Fuente. Autoría propia

**Figura 14**

*Reunión Metodología PHVA*



*Nota.* Esta ilustración muestra las reuniones de piso donde se aplica la metodología PHVA  
Fuente. Autoría propia

**Tabla 13***Aplicación del ciclo PHVA*

---

<b>Planear</b>	En esta etapa se realiza la planificación y la reducción de costos por desperdicios de cobre en la empresa Centelsa by Nexans, estableciendo los objetivos y metas a alcanzar, identificando los procesos productivos en los que se genera desperdicio, así como los costos asociados al mismo.
<b>Hacer</b>	En esta etapa se deben implementar las estrategias y metodologías que ayuden a reducción de desperdicios de cobre en los procesos productivos identificados en la fase anterior.
<b>Verificar</b>	Mediante esta etapa se deben medir cada uno de los resultados alcanzados después de la puesta en marcha de las estrategias de reducción de desperdicios de cobre en los procesos productivos, estos se deben comparar con las metas y objetivos fijados en la fase de planificación.

---

---

**Actuar**

En esta etapa se deben tomar decisiones basadas en cada uno de los resultados que se obtuvieron en la fase anterior. Si los resultados son positivos, se deben mantener las estrategias implementadas, si no son satisfactorios, se deben analizar las causas y realizar los ajustes necesarios para mejorar los resultados.

---

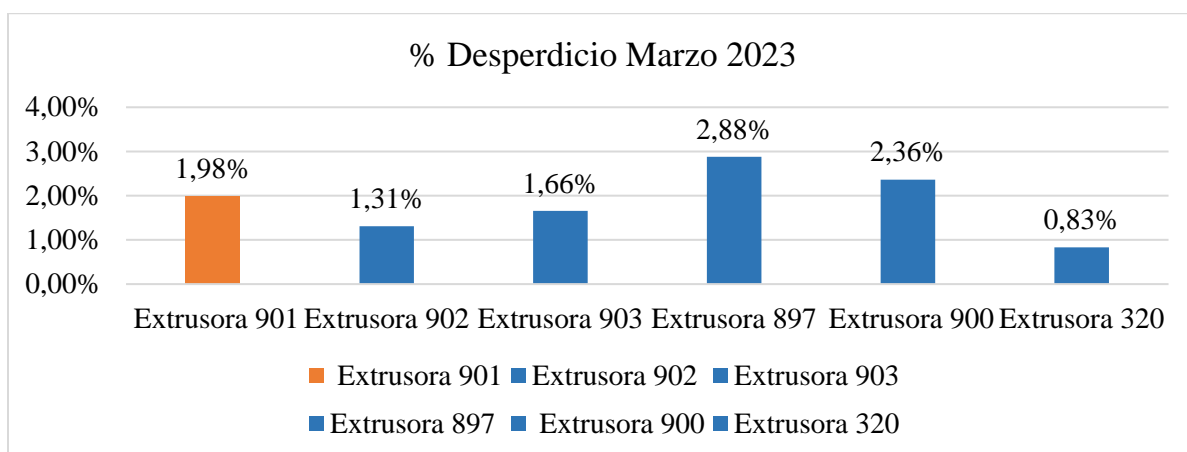
*Nota.* Esta tabla muestra los resultados después de aplicar la metodología PHVA Fuente. Autoría propia

Después de la puesta en marcha de cada una de las metodologías utilizadas para la disminución del desperdicio de cobre y por ende los costos de producción por el alto costo de la materia prima principal que es el cobre se logró identificar la efectividad de cada método como se podrá identificar en los meses de marzo, abril y mayo que la maquina 901 tuvo una disminución considerable en los desperdicios y comenzó a cumplir con las políticas impuestas por la alta gerencia en los porcentajes de desperdicio en el desperdicio de cobre como se verá en las tablas 14,15 y 16 y las figuras 15,16 y17 presentados a continuación.

**Tabla 14***Resultados desperdicio mes de marzo.*

Área / Causa	Marzo 2023			
	Producción (kg)	Desperdicio Total (kg)	% Desperdicio	% Participación
<b>Extrusora 901</b>	<b>58.150</b>	<b>1.150</b>	<b>1,98%</b>	<b>10,66%</b>
Extrusora 902	46.600	610	1,31%	5,65%
Extrusora 903	74.800	1.240	1,66%	11,49%
Extrusora 897	132.000	3.800	2,88%	35,22%
Extrusora 900	131.200	3.100	2,36%	28,73%
Extrusora 320	107.000	890	0,83%	8,25%
<b>Total</b>		<b>10.790</b>		<b>100,00%</b>

*Nota.* Esta tabla muestra el resultado del desperdicio del mes de marzo datos recolectados de la empresa Centelsa by Nexans. *Fuente.* Autoría propia

**Figura 15***Porcentaje desperdicio mes de marzo.*

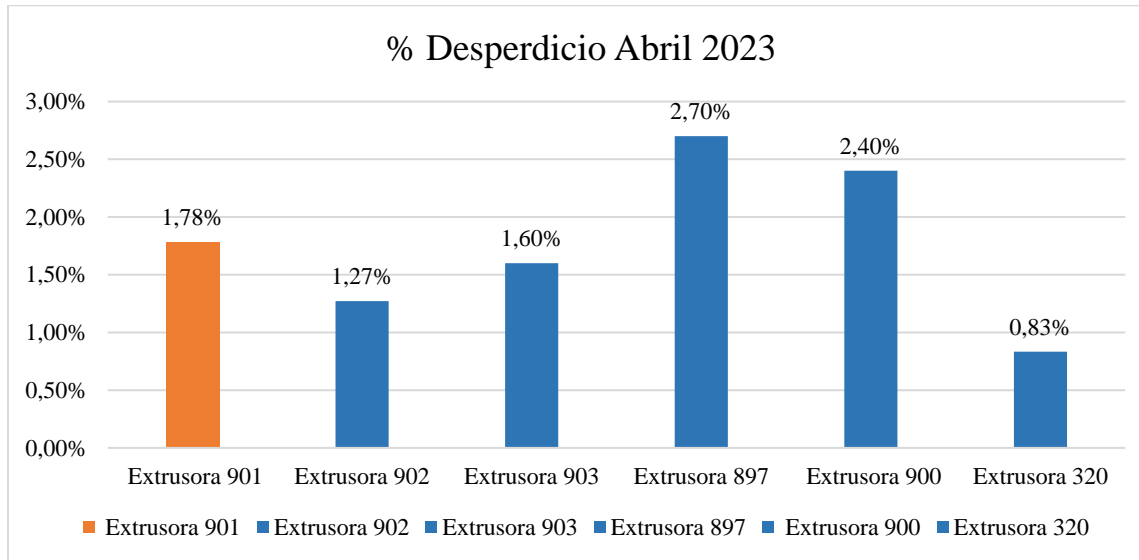
*Nota.* Esta tabla muestra el porcentaje desperdicio del mes de marzo datos recolectados de la empresa Centelsa by Nexans. *Fuente.* Autoría propia



**Tabla 15***Desperdicio mes de abril.*

Abril 2023					
Área / Causa	Producción (kg)	Desperdicio Total (kg)	% Desperdicio	% Participación	
Extrusora 901	59.000	1.050	1,78%	9,88%	
Extrusora 902	48.000	610	1,27%	5,74%	
Extrusora 903	75.000	1.200	1,60%	11,29%	
Extrusora 897	137.000	3.700	2,70%	34,81%	
Extrusora 900	132.000	3.170	2,40%	29,82%	
Extrusora 320	108.000	900	0,83%	8,47%	
Total		10.630		100,00%	

*Nota.* Esta tabla muestra el resultado del desperdicio del mes de abril datos recolectados de la empresa Centelsa by Nexans. *Fuente.* Autoría propia

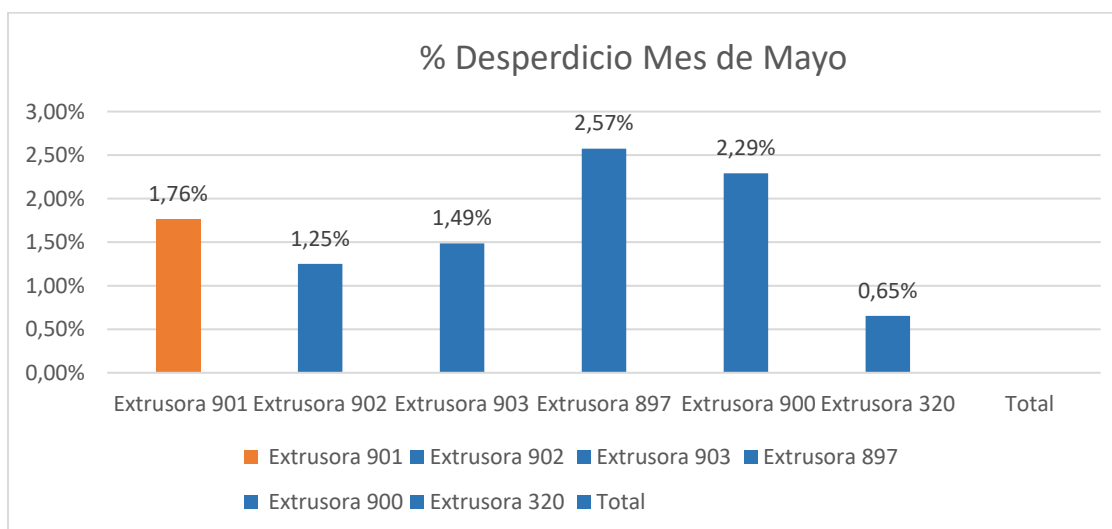
**Figura 16***Porcentaje desperdicio mes de abril.*

*Nota.* Este grafico muestra el porcentaje desperdicio del mes de abril datos recolectados de la empresa Centelsa by Nexans. *Fuente.* Autoría propia

**Tabla 16***Desperdicio mes de mayo*

Mayo 2023				
Área / Causa	Producción (kg)	Desperdicio Total (kg)	% Desperdicio	% Participación
Extrusora 901	58.500	1.030	1,76%	10,37%
Extrusora 902	48.000	600	1,25%	6,04%
Extrusora 903	74.000	1.100	1,49%	11,08%
Extrusora 897	136.000	3.500	2,57%	35,25%
Extrusora 900	131.000	3.000	2,29%	30,21%
Extrusora 320	107.000	700	0,65%	7,05%
Total		9.930		100,00%

*Nota.* Esta tabla muestra el resultado del desperdicio del mes de mayo datos recolectados de la empresa Centelsa by Nexans. *Fuente.* Autoría propia

**Figura 17***Porcentaje de desperdicio mes de mayo*

*Nota.* Este grafico muestra el porcentaje desperdicio del mes de mayo datos recolectados de la empresa Centelsa by Nexans. *Fuente.* Autoría propia

## Resultado Final

De acuerdo con los datos obtenidos después de la puesta en marcha de las metodologías 5W+1H y el ciclo PHVA, el porcentaje de disminución del desperdicio de cobre y por ende la disminución de los costos de producción se logró minimizar en un 28% como se evidencia en la tabla 17 y la figura 18.

**Tabla 17**

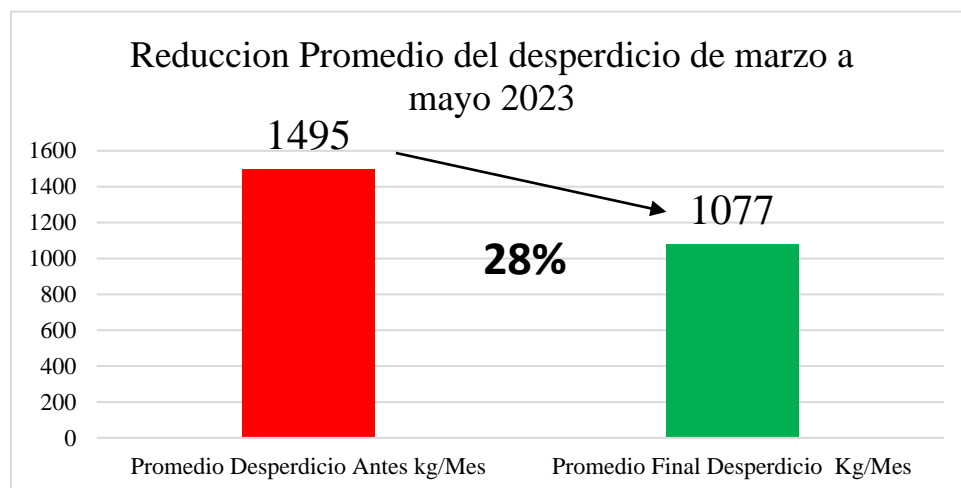
*Desperdicio promedio final*

Promedio Desperdicio Antes kg/Mes	Promedio Final Desperdicio Kg/Mes	Porcentaje
1495	1077	28%

*Nota.* Esta tabla muestra el porcentaje desperdicio promedio datos recolectados de la empresa Centelsa by Nexans. *Fuente.* Autoría propia

**Figura 18**

*Reducción Promedio Final*



*Nota.* Este grafico muestra el porcentaje desperdicio y la meta datos recolectados de la empresa Centelsa by Nexans. *Fuente.* Autoría propia

**Tabla 18***Valor del desperdicio mensual*

Meses	Precio Kilo	Promedio	Precio Desperdicio
Marzo	42.128	1150	48.447.200
Abril	40.343	1050	42.360.150
Mayo	35.704	1030	36.775.120
	TOTAL		127.582.470

*Nota.* Esta tabla muestra el valor que tiene el cobre mes a mes y el precio total del desperdicio generado desde marzo hasta mayo. *Fuente* Autoría propia. Datos sacados de la página compraoro.org

Con respecto a la tabla 18 se puede evidenciar que la empresa Centelsa by Nexans durante los meses de marzo hasta mayo logro obtener una disminución en los costos del desperdicio mensual; cabe resaltar que a pesar que el precio del cobre es variable es notable en los kilos de desperdicio que se disminuyeron y el dinero que la empresa disminuye al poner en marcha las metodologías necesarias para el proyecto.

**Anexo 1**

---

<b>PREGUNTAS</b>	<b>RESPUESTAS</b>
¿Como realiza la planeación de la producción?	La producción se planea de acuerdo a los pedidos que tenga cada una de las extrusoras y con base a estos pedidos se proyecta la producción; cabe resaltar que cada producto que se fabrica de acuerdo a su hoja de fabricación tiene unas especificaciones que se deben cumplir para tener un producto de alta calidad y cada maquina tiene un porcentaje de consumo de materia prima y una política de desperdicio mensual.
¿Cuántas extrusoras hay en la empresa?	La empresa cuenta en la actualidad con 6 extrusoras las cuales tienen una demarcación como lo son 320,897,900,901,902 y la más nueva 903 estamos a la espera de instalar dos extrusoras más.
¿De las extrusoras anteriores cual es la que más desperdicio genera?	Con base a los datos obtenidos que genera el pesaje que se realiza diariamente a final de cada turno las maquinas que más desperdician por el tipo de producto que sacan y los constantes cambio de productos son 897 y 900 pero con respeto a la política de desperdicio estas cumplen el porcentaje de desperdicio; caso contrario con la 901 que en la actualidad de las extrusoras de la planta esta no cumple con la meta propuesta que es del 2% y se encuentra en un promedio del 2,8% de desperdicio mensual.

---

---

¿Quién es el encargado de llevar el registro del desperdicio de cada extrusora?	El encargado del registro es el supervisor de turno este llena el formato del desperdicio y posteriormente se lo entrega al ingeniero de procesos que se encarga de digitalizar e implementar las herramientas para su disminución con la ayuda del team leader de extrusión.
¿Cómo se controla la calidad del proceso productivo?	Esta se controla mediante los parámetros que pide el cliente y normas de procesos plasmadas en la hoja de fabricación.
¿Cuántos operarios hay por turno en la maquinas extrusoras?	En total por turno hay 6 operarios y 3 ayudantes debido que hay tres extrusoras que requieren de ayudantes de producción.
¿Cuál de las extrusoras es la que más metros produce al mes?	La producción depende fundamentalmente de la cantidad de pedidos que se generen, pero en promedio la que más pedidos tiene al mes son los cables vehiculares que se producen en las maquinas 897 y 900 con un promedio de 12.000.000 millones de metros al mes.
¿Qué herramientas utilizan para llevar los datos del desperdicio?	Los datos se llevan en Excel principalmente.
¿Cómo se realiza el pesaje del desperdicio de cobre en la empresa?	El pesaje se realiza al final de cada turno el cual los operarios lo llevan a la zona donde se encuentran las cajas del desperdicio y es el supervisor el encargado de verificar y anotar el desperdicio de cada operario.
¿Cuáles son las principales causas del desperdicio de cobre en la empresa?	Son diversos las causas de los desperdicios, pero las principales pueden ser: fallas de proceso, sobrantes, grumos, roturas etc.

---

*Nota.* Esta tabla muestra la entrevista realizada al jefe de producción de la empresa Centelsa by Nexans. *Fuente.* Autoría propia

## Conclusión

La contaduría pública es una rama la cual se encuentra entrelazada con diferentes mecanismos que ayudan con el desarrollo de la metodología 5W+1H, se lograron identificar las causas potenciales la cuales fueron enfocadas en realizar acciones de mejora continua y con ello lograr la disminución del desperdicio de cobre y con ello reducir los costos de producción en la producción de cables eléctricos en la empresa Centelsa by Nexans.

En el proceso de producción de cables eléctricos, se encuentran un conjunto de procesos complejos los cuales necesitan una serie de metodologías las cuales sean efectivas y ayuden a la resolución de problemas en la fase de producción evitando desperdicios innecesarios que generen sobre costos de producción.

De acuerdo con la metodología de costeo que se aplica en la contabilidad; se puede concluir que el desperdicio elevado de cobre es de alta importancia para la empresa debido a los costos de su materia prima; por tal motivo la relevancia en buscar mecanismos que permitan disminuir su impacto tanto económico como para el medio ambiente. El tener implementado herramientas que ayuden a su reducción hace que la organización sea mucho más sostenible en el tiempo.

## Bibliografía

- Ballesteros, S. P. (2008). ALGUNAS REFLEXIONES PARA APLICAR LA MANUFACTURA ESBELTA EN EMPRESAS COLOMBIANAS. *Scientia et Technica*, 223.
- Betancourt, D. F. (16 de Agosto de 2016). *IE Ingenio Empresa*. Obtenido de IE Ingenio Empresa: <https://www.ingenioempresa.com/diagrama-causa-efecto/>
- Carranza, L. I., & Salinas Farroñan, M. Y. (2020). “*Aplicación de la metodología PHVA para incrementar el nivel de satisfacción del cliente de la empresa G&M S.A.C., Chimbote, 2020*”. Chimbote Peru: Universidad Cesar Vallejo .
- García P, M., Quispe A., C., & Ráez G., L. (2003). Mejora continua de la calidad en los procesos. *redalyc.org*, 91.
- HERNÁNDEZ, P. D., & SAAVEDRA, G. M. (2019). *ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS EN EL PROCESO DE PREPARACIÓN EN LA EMPRESA BELLEZA EXPRESS S.A.* Cali : FACULTAD DE INGENIERÍA.
- Morales, N. (2015). Investigación Exploratoria: Tipos, Metodología y Ejemplos. *academia.edu*.
- Moyano, H. F. (2021). ANÁLISIS DEL CICLO PHVA EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS, UNA REVISIÓN DOCUMENTAL. *Politécnica*, vol. 17, 34.
- Rodríguez Nivicela, D. M., Mosquera Cedillo, X. A., & Vega Granda, A. C. (2022). Análisis de la aplicación del modelo de economía circular en las empresas del Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 129.
- ROJAS, C. K. (2020). *repository.unimilitar.edu.co*. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/36744/RojasCabreraKevinDavid2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Torres, J. (11 de Mayo de 2021). *Lifeder*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/trefilado/>



Trias Monica, G. P. (2009). Las 5 W + H y el ciclo de mejora en la gestión de procesos.

*Laboratorio Tecnológico del Uruguay*, 22.

Lee J. Krajewski y Larry P. Ritzman (2000). «Administración de operaciones: Estrategia y análisis» (5ta ed., pp 219 – 220). Mexico; Pearson Education