



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA

Carrera de Ingeniería Industrial

“DEFICIENCIAS EN EL PROCESO DE
FABRICACIÓN DE CABLES DE COBRE EN UNA
EMPRESA PERUANA, EN EL AÑO 2017”

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en **ingeniería industrial**

Autores:

Alex Salas Gutiérrez
Percy Valverde Mezarina

Asesor:

Mg. Julio Douglas Vergara Trujillo

Lima- Perú
2018

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El *Mag. Julio Douglas Vergara Trujillo*, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, carrera profesional de Ingeniería Industrial, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la investigación de los estudiantes:

- Alex salas Gutiérrez
- Percy Valverde Mezarina

Por cuanto, **CONSIDERA** que el trabajo de investigación titulado: “DEFICIENCIAS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CABLES DE COBRE EN UNA EMPRESA PERUANA. EN EL AÑO 2017”, para optar al grado de bachiller por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** su presentación.

Mag. Julio Douglas Vergara Trujillo

Asesor

ACTA DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El Sr. *Mag. Julio Douglas Vergara Trujillo*; ha procedido a realizar la evaluación del trabajo de investigación de los estudiantes: *Alex Salas Gutiérrez y Percy Valverde Mezarina*, para aspirar al grado de bachiller con el trabajo de investigación: “*DEFICIENCIAS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CABLES DE COBRE EN UNA EMPRESA PERUANA, EN EL AÑO 2017*”.

Luego de la revisión del trabajo en forma y contenido expresa:

Aprobado

Calificativo: excelente [18-20]

: Sobresaliente [15-17]

: Buena [13-14]

Desaprobado

Mag. Julio Douglas Vergara Trujillo

Asesor

DEDICATORIA

Dedico este trabajo del logro de una mis metas, primero a dios por haber permitido llegar a este punto, por darme salud bondad y amor. A mi madre por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, palabras de aliento, sobre todo por su paciencia y por todo su amor. A mi padre por sus sabios consejos, y por su apoyo incondicional. A mi hermana por aliento a salir a delante, y por darme siempre la confianza de creer en uno mismo que con esfuerzo y sacrificio todo se pude.

Dedico este trabajo a dios por guiarme en mi camino. A mis padres por su apoyo incondicional y que sean parte de este logro, a mi esposa por su comprensión, aliento, paciencia para poder realizarme profesionalmente y a mi abuelo Guillermo aunque no esté físicamente siempre está a mi lado dándome fuerzas para seguir adelante. Gracias a mi hermana por sus palabras para seguir adelante y lograr mi objetivo de terminar la carrera.

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a la Universidad Privada del Norte y a todos los docentes que contribuyeron con nuestra formación profesional por sus sabios consejos, por su paciencia y por permitirnos ser parte de la familia UPN.

Tabla de contenido

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	2
ACTA DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad problemática	10
1.2. Formulación del problema	20
1.3. Objetivos	20
CAPÍTULO II METODOLOGÍA	21
CAPÍTULO III RESULTADOS	22
CAPÍTULO IV CONCLUSIONES	33
REFERENCIAS	36
ANEXOS	39

ÍNDICE DE TABLAS

CUADRO N° 1: RETRASO DE PEDIDOS	22
CUADRO N°2: FALLAS DE MÁQUINAS.....	23
CUADRO N°3:DEMANDA MENSUAL DE LA PRODUCCIÓN.....	23
CUADRO N°4: MERMAS DE PVC.....	24
CUADRO N°5: CUADRO DE MERMAS DE COBRE.....	24
CUADRO N°6: DEMANDADE CABLES DE COBRE.....	25
CUADRO N°7: RETRASO DE ENTREGAS DE PEDIDO	27
CUADRO N°8:FALLAS DE MÁQUINAS DE PRODUCCIÓN.....	28
CUADRO N° 9: PARADA DE MÁQUINAS.....	29
CUADRO N° 10: MERMAS DE PVC.....	30
CUADRO N° 11: MERMAS DE COBRE	31

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1: TREFILACIÓN.....	16
FIGURA N° 2:TRENZADO DE CABLES DE COBRE.....	16
FIGURA N° 3: FORRADO DE CABLE DE COBRE	17
FIGURA N°4: MEDICIÓN.....	18
FIGURA N°5: FLUJOGRAMA DE PRODUCCIÓN DE CABLES	20

RESUMEN

Esta investigación se realiza con el interés de precisar de manera descriptiva cómo se presentan los problemas en la producción de cables de cobre que no permite la suficiente producción para cubrir la demanda del mercado, por lo que a través de una observación objetiva y sistemática inicial, más la aplicación de la técnica causa – efecto de Ishikawa y el Diagrama de Pareto, se identificaron los puntos críticos del problema y se desarrollaron cada aspecto con detalle.

En un segundo momento se realizaron las consultas bibliográficas definiendo conceptualmente las variables que son parte de las deficiencias encontradas en el proceso de fabricación de cables de cobre en una empresa peruana.

Para el procesamiento y análisis de los problemas identificados y con la ayuda de un programa Excel, se describieron los detalles de las deficiencias encontradas: el retraso en la atención de los pedidos, falla de equipos y mermas de pvc y cobre, dentro del período del año 2017.

Posteriormente se hicieron los análisis de los resultados obteniendo un importante diagnóstico con información suficiente para posibles propuestas de solución al problema.

Finalmente, se realizó una contrastación de estos resultados con las experiencias anteriores en la discusión, determinando la viabilidad y confiabilidad que servirán de base para próximos estudios.

PALABRAS CLAVES: Demanda, productividad, falla de equipos, mermas.

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

En el Perú en los últimos años, la reactivación de la economía va en ascenso debido al aumento de las actividades de construcción inmobiliarias, con inversiones públicas y privadas; esto ha generado el incremento de ventas de cables para uso doméstico e industriales, tanto de baja como de alta tensión, entre las principales las empresas dedicadas a proveer de estos productos al mercado son: INDECO, SELSA, PROCABLES S.A.

Dentro de este rubro tenemos a una empresa peruana que tiene una vasta experiencia en la fabricación de todos tipos de cables en el país, la misma que viene desarrollándose en el mercado hace 48 años, se caracteriza por ser una empresa que cuenta con las exigencias técnicas y utiliza el enfoque hacia la calidad de sus productos, siendo una de las primeras empresas en el Perú en tener la certificación ISO 9001.

Sin embargo, actualmente se observa que **existe retrasos en la entrega de pedidos por el área de producción de esta empresa** ya que no logra producir oportunamente los cables de cobre para cubrir los pedidos, este problema está generando pérdidas económicas para la empresa, por lo tanto nos interesa identificar y describir cuáles son las causas que determinan este déficit de producción para posteriormente buscar las soluciones y cumplir con las especificaciones técnicas de producción.

La presente investigación nos proveerá de información empírica sobre diferentes componentes del área de producción de cables de cobre, en la que se tomará en cuenta los siguientes aspectos: **el historial de mantenimiento de máquinas, la materia prima, herramientas, el proceso de producción, la presencia de mermas**, etc. Para ello se revisará información documental de campo válida y confiable que permitirá identificar y describir el problema para finalmente generar una línea de base acerca de los puntos críticos y posterior toma de decisiones.

El principal propósito que justifica el presente estudio es contar con un diagnóstico completo y objetivo para la toma de decisiones y resolver en una siguiente etapa el problema.

Como parte del sustento de la presente investigación se evidencian estudios previos o **antecedentes** relacionados a la gestión en los procesos de producción, especialmente respecto a los problemas que se presentan con mayor frecuencia en los procesos de fabricación de productos similares:

En la tesis de **Garden (2013)** denominada **“Aportaciones al mantenimiento predictivo de motores de inducción mediante una metodología de diagnóstico basada en el uso combinado de técnicas estadísticas y redes neuronales artificiales”**, se desarrolla y valida una metodología de diagnóstico de fallos en motores de inducción mediante el uso

combinado de técnicas estadísticas y Redes Neuronales Artificiales. Se utilizó la corriente escarótica como señal indicativa de fallo. La avería considerada fue la rotura de barras, realizándose exhaustivas pruebas en dos motores distintos, con tres variadores de frecuencia diferentes y a niveles de carga del motor que van desde vacío a plena carga. Se emplearon características estadísticas del dominio del tiempo y características del dominio de las frecuencias obtenidas mediante las transformadas de Fourier y Hilbert (módulo de la señal analítica). Este estudio evalúa las fallas de equipos valorando las metodologías aplicadas lo cual se relaciona con el diagnóstico que en el presente estudio estamos realizando acerca de las máquinas extrusoras del área de forrado de cables de cobre lo cual posteriormente permitirá implementar un mantenimiento predictivo y preventivo.

La tesis presentada por Heredia (2016), denominada “REDUCCIÓN DE MERMAS EN LA PRODUCCIÓN DE SACOS DE POLIPROPILENO PARA LA MEJORA DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA EL ÁGUILA S.R.L”, está enfocada a proponer mejoras para la reducción de mermas, que se genera en el proceso de la fabricación de sacos de polipropileno (bolsa plástica). La propuesta de estudio es la reducción de las mermas, se requiere determinar el tiempo estándar y establecer las materias primas adecuadas. Asimismo, mediante la aplicación de la herramienta de mantenimiento productivo total, las 5S, también con la capacitación del personal y la adquisición de nuevas maquinarias con el fin de reducir el índice de mermas que se generan en el proceso de producción. En este estudio abordan los principales indicadores de producción como, la mano de obra, materia prima y horas hombre, lo cual permitió obtener los niveles de producción mensual y reducir las pérdidas económicas ante el problema de las mermas. Este estudio evidencia uno de los problemas que también estamos abordando relacionado a las mermas en el proceso de producción de los cables de cobre.

En el trabajo de Angulo; Barrenechea (2016) proponen, la “MEJORA EN EL PROCESO DEL PELETIZADO DE PLÁSTICO RECICLADO EN LA EMPRESA BETTY PLAST S.R.L.” elaborado en el proceso de peletizado de plástico reciclado (polipropileno), el cual se dedica a la transformación de materia prima para la fabricación de productos plásticos. La empresa presenta deficiencias en el área de operaciones que afecta su productividad, debido a diversas causas tales como la falta de capacitación del personal, ausencia de registro de indicadores, ausencia de método de verificación adecuado en el área de recepción de la materia prima y el exceso de merma producida mensualmente. Se busca optimizar la producción y por ende incrementar la rentabilidad siendo el mayor beneficio la reducción del reproceso en 75%. En este estudio igualmente analizamos que se realiza un buen diagnóstico relacionado a la producción y un alto índice de mermas.

De las teorías revisadas sobre las temáticas relacionadas a la producción de cables de cobre que involucran el **mantenimiento de máquinas, insumos, herramientas productividad y demanda del producto**, etc., recopilamos la siguiente información relevante:

El significado de la palabra **mantenimiento** tiene diferentes apreciaciones de acuerdo a la finalidad, un concepto general está referido a la corrección de una maquinaria para que logre funcionar óptimamente. También es considerado como “el conjunto de medidas o acciones necesarias para asegurar el normal funcionamiento de una planta, maquinaria o equipo, a fin de conservar el servicio para el cual han sido diseñadas dentro de una vida útil estimada”. Logroño (1994: p 44).

Así mismo, se considera el mantenimiento como un indicador para evitar los sobrecostos en reparaciones innecesarias y garantizar la vida útil de la maquinaria o tomar la decisión del reemplazo de la máquina cuando cumplió su labor dentro de la empresa. De acuerdo a Alpizar (2008: 194) nos explica que:

El mantenimiento procura contribuir por todos los medios disponibles a reducir, en lo posible, el costo final de la operación de la planta. De este se desprende un objetivo técnico por el que se trata de conservar en condiciones de funcionamiento seguro y eficiente todo el equipo, maquinaria y estructuras de tratamiento.

Por otro lado, la **importancia de la ejecución del mantenimiento** en una industria es proporcionar disponibilidad y confiabilidad a las máquinas, es decir asegurar la conservación y garantizar el funcionamiento de las máquinas. De tal modo, que el área de operaciones o producción pueda cumplir con las órdenes de producción asignadas y con los objetivos organizacionales. Por su parte Vasile Deac, (s/f) con Estudios Económicos en Bucarest-Rumania, manifiesta que existen tres factores a analizar sobre la importancia del mantenimiento en las industrias.

- Tecnológicos: la electrónica e informática en los talleres de difusión y producción por departamentos implica que las máquinas estén dotadas de comandos numéricos y sea automático.
- Económicos: consiste en reducir al mínimo los gastos de producción, ya sean costos directos e indirectos de la producción relacionados con el mantenimiento.
- Humanos: enfocado al logro eficiente de las actividades de mantenimiento por parte del personal, que deben estar relacionados con los objetivos de la empresa.

Además propone tres objetivos generales para el área del mantenimiento en una empresa: Objetivos relacionados con la seguridad (aumento de confiabilidad de los equipos críticos); Objetivos de disponibilidad de la empresa de sus equipos principales; Objetivos de presupuesto de mantenimiento con la finalidad de reducir los costos optimizándolos en la gestión de largo plazo.

El mantenimiento debe operar en paralelo con la producción. Pues, el objetivo de la producción es el producto terminado y el objetivo del mantenimiento es la demanda de mantenimiento de acuerdo a la capacidad de producción. Según Kostas N. Dervitsiotis (1981), el mantenimiento deficiente puede dar lugar a defectos de salida, condiciones de trabajo inseguras

y el aumento de los costos de producción debido a las reparaciones y el tiempo de inactividad excesiva.

Asimismo, Duffua y Al- Sultan (1997) indican que el mantenimiento es una forma de reducir el costo de operación y producción, para optimizar la utilización de los recursos de mantenimiento. El mantenimiento de equipos tiene un impacto significativo en los costos de producción, por tal motivo esta es una de las razones por las que el mantenimiento no se debe subestimar.

Según Swanson (2001), el mantenimiento eficaz es fundamental para muchas operaciones, pues, logra extender la vida útil del equipo, mejorar la disponibilidad de los equipos y mantener el equipo en buen estado. No obstante, si el equipo se encuentra en mal estado puede causar fallas frecuentes en el funcionamiento, asimismo, el incorrecto manejo de los equipos y programas genera retrasos en la producción. Los equipos mal alineados o en mal funcionamiento pueden ocasionar excesivos residuos o productos defectuosos. Por último, el mantenimiento deficiente puede significar más sustitución de equipos frecuentes debido a la corta vida útil.

Sobre **los tipos de mantenimiento** encontramos los siguientes:

- El **mantenimiento correctivo** es el conjunto de tareas destinadas a corregir o remediar los defectos que se presentan en los distintos equipos a medida que se comunican al departamento de mantenimiento por los operadores o encargados del equipo. Es decir, el objetivo del mantenimiento correctivo es corregir las fallas o averías en el menor tiempo posible con la finalidad de reducir los riesgos. Toda avería corregida debe ser documentada para que sirva de soporte al mantenimiento preventivo. Es importante mencionar que la función de planeamiento correctivo es que no suceda, por tal motivo se requiere de la participación del mantenimiento preventivo con la finalidad de reducir los gastos y tiempos de inactividad.

Se entiende por mantenimiento correctivo la corrección de las averías o fallas, cuando estas se presentan. Es la habitual reparación tras una avería que obliga a detener la instalación o maquina por el fallo. De acuerdo a García (2009: p5).

- El **mantenimiento preventivo** consiste en un programa anticipado a los posibles riesgos que puedan ocurrir en alguna operación que realice la maquinaria. Asimismo, se requiere que la organización se comprometa a cumplir las actividades de parada planificada sin interrumpir el plan de producción y no ver afectado al plan de ventas acordado con los clientes. De acuerdo a Alpizar (2008: 194):

“Es el conjunto de actividades que se llevan a cabo en un equipo, instrumento o estructura, con el propósito de que opere a su máxima eficiencia, evitando que se produzcan paradas forzadas o imprevistas. Este sistema requiere un alto grado de conocimiento y una organización muy eficiente. Implica la elaboración de un plan de

inspecciones para los distintos equipos de la planta, a través de una buena planificación, programación, control y ejecución de actividades a fin de descubrir y corregir deficiencias que posteriormente puedan ser causa de daños más graves”.

Según PARK, J; LEE, S; LIE, C, miembros del Departamento de Administración de Empresas de la Universidad Católica de Daegu, consideran que el mantenimiento preventivo se debe planificar antes que ocurra algún incidente, por tal motivo se debe realizar en el momento que está programado su ejecución y no se requiera del uso la máquina, asimismo, se debe programar todos los detalles y herramientas de apoyo necesarias para evitar demoras en su búsqueda, también, se debe respetar la fecha pactada y cumplir con el cronograma de inicio y fin del mantenimiento.

Con el fin de optimizar el funcionamiento de los equipos tenemos que hablar de un **mantenimiento correctivo inmediato**, que se realiza inmediatamente cuando aparece una avería o falla, utilizando los medios disponibles; un **mantenimiento correctivo diferido** que al momento de producirse la avería o falla, se produce un paro de la instalación o equipamiento de que se trate, para posteriormente afrontar la reparación, solicitándose los medios para ese fin; un **mantenimiento preventivo programado** que se realiza por programas de revisiones: tiempo de funcionamiento, horas, kilometraje, etc. Un **mantenimiento de oportunidad** cuando se aprovecha las paradas de las máquinas para realizar las operaciones de mantenimiento, realizando las reparaciones necesarias **para el buen funcionamiento de las máquinas**.

En este estudio también es importante conocer los **tipos de herramientas** que se pueden disponer en la planta industrial, entre las cuales encontramos las **herramientas manuales** que generalmente son utilizadas de forma individual y que únicamente requieren de la fuerza motriz humana para su accionamiento. Las **herramientas eléctricas** son todas aquellas que funcionan con energía eléctrica de las cuales contamos con una gran variedad en la planta. Las **herramientas hechizas** que son todas aquellas que no cuentan con ninguna certificación del fabricante, además cuentan con equivalentes en el mercado, las cuales si son certificadas, es decir fabricadas por una unidad de manufactura reconocida, y que cuentan con un sistema de calidad.

Las herramientas más usuales en la fabricación de cables de cobre en este caso, son las hechizas, las mismas que no son certificadas y tampoco cumplen con parámetros de estandarización, si bien es cierto que soluciona parcialmente el problema, sin embargo finalmente afecta directamente al cabezal de extrusora (parte de la maquina principal que recubre el cable con componentes de PVC o polietileno) ocasionando daño a los centradores que a su vez origina cables defectuosos.

La materia prima para la fabricación de este material conductor de energía **es el cobre** que es un metal de un color rojizo, relativamente blando de conductividad eléctrica y térmica muy elevada, dúctil y maleable. A causa de su alta conductividad eléctrica y su ductilidad se usa sobre todo para fabricación de cables eléctricos y bobinas, también es importante explicar que es **poco resistente a los agentes atmosféricos**, por eso se cubre de una capa de carbonato de un

color verdoso. El cobre (cu) es uno de los elementos de transición de la tabla periódica y su número atómico es 29, tiene una densidad de 8,9g/cm³ y su masa atómica es de 63,546.

El cobre tiene una gran variedad de aplicaciones por sus propiedades, como su elevada conductividad de calor y electricidad, su resistencia a la corrosión así como su maleabilidad y ductibilidad y su extraordinaria conductividad, solo es superado por la plata por eso su uso se da más en la industria eléctrica.

Otro tema y problema frecuente que se presenta en una empresa de producción, son las mermas, las mismas que se consideran como “una pérdida o reducción de un cierto número de mercancías que se generan al momento de la producción”, que en el caso de acuerdo al diagnóstico en estudio también se presenta con significatividad.

Heizer, J. (2001), explica que cuando se habla de desperdicios en la producción de bienes o servicios, se refiere a cualquier cosa que no produce valor añadido. Los productos almacenados, en proceso de inspección o que llegan con retraso, los productos en espera en las filas y los productos defectuosos no producen valor añadido; son un derroche al 100%. Más aun cualquier actividad que no añade valor a un producto desde la perspectiva del cliente es un derroche.

Frente a lo expresado en el párrafo anterior es importante conocer qué acciones realizar para reducir o eliminar el problema de mermas, para esto hacemos referencia a Chase, J. (2001). Que nos plantea siete elementos para la eliminación de desperdicio, estos son: las redes de trabajo definidas en la fábrica, la Tecnología de grupo, calidad en la fuente, producción JIT, carga uniforme de la planta, sistema kanban de control de producción y tiempos de preparación minimizados.

Otro aspecto involucrado en el proceso de producción de cables de cobre son los **re procesos**, considerados como los re trabajos y reacondicionamientos que por lo general son actividades fuera del proceso normal de fabricación y que requieren un trabajo adicional y por lo tanto crean el potencial de un riesgo adicional para la calidad del producto. En este caso en particular hablaremos de productos defectuosos, lo cual determinaremos en qué medida se presenta.

Para conocer y analizar sobre la **producción de cables de cobre**, consideramos muy relevante describir los **procesos de fabricación**, se inicia con el análisis de la **materia prima** que llega a planta, luego se **verifican las condiciones eléctricas y mecánicas** para garantizar que el proceso va a terminar en un producto que cumpla con las características necesarias para conducir la energía eléctrica. Es claro que para la fabricación de un cable que será usado como conductor eléctrico se requiere de una serie de procesos que a continuación describimos:

- a) **La Trefilación Desbaste:** Consiste en rebajar el diámetro del alambro de cobre de 8,40 mm a diámetros que varían de 2.05 a 1.23 mm. Esto depende del calibre de conductor que se vaya a fabricar y de ser necesario pasar a la trefilación fina.

Figura N° 1.- Trefilación



Fotografía de Alex Salas (setiembre 2017) Área de trefilado, planta N°1

- a) **Tratamiento térmico:** Este proceso consiste en aplicar un tratamiento utilizando calor o vapor a las aleaciones de cobre para que recuperen sus propiedades mecánicas y eléctricas que perdieron durante el proceso de trefilación de desbaste.
- b) **Trefilación Fina:** Este proceso consiste en reducir el diámetro del alambre que sale de la trefila de desbaste hasta diámetro de alambres más finos de 0,254, 0,32 ó 0,511 mm.
- c) **Cableado:** Este proceso consiste en reunir conjuntos de alambres mediante torsión, de tal manera que queden ensamblados.

Figura 2: Trenzado de cables de cobre



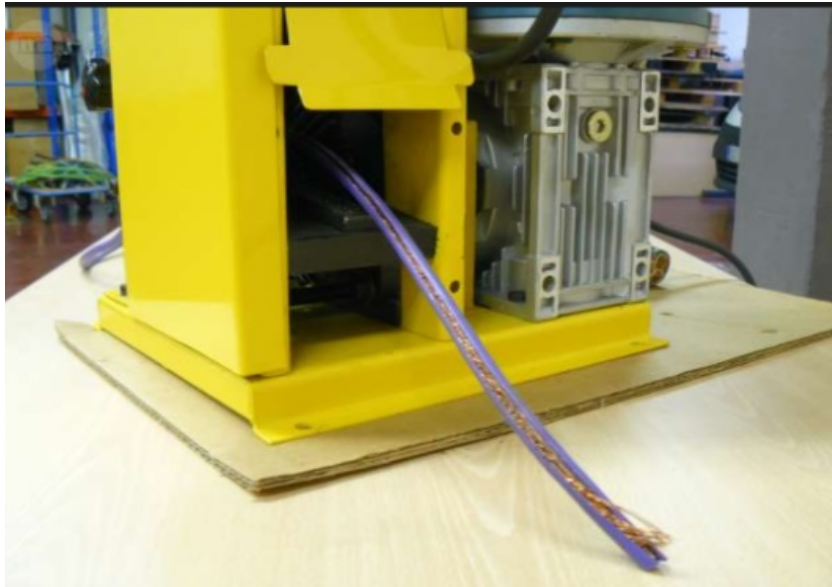
Fuente:

<https://www.bronmetal.com/producto/cable/7>

- d) **Encordonado:** Este proceso consiste en reunir alambres de diámetros de 0,254, 0,32 ó 0,511 en grupos de cordones mediante torsión.

- e) **Extrusión:** Este proceso consiste en revestir un cordón o cable de cobre o aluminio con material termoplástico como PVC o Polietileno; este material actúa como aislante del conductor metálico.

Figura 3: **Forrado de cable de cobre**



Fotografía de Alex Salas (setiembre 2017) Área de forrado, planta N°2

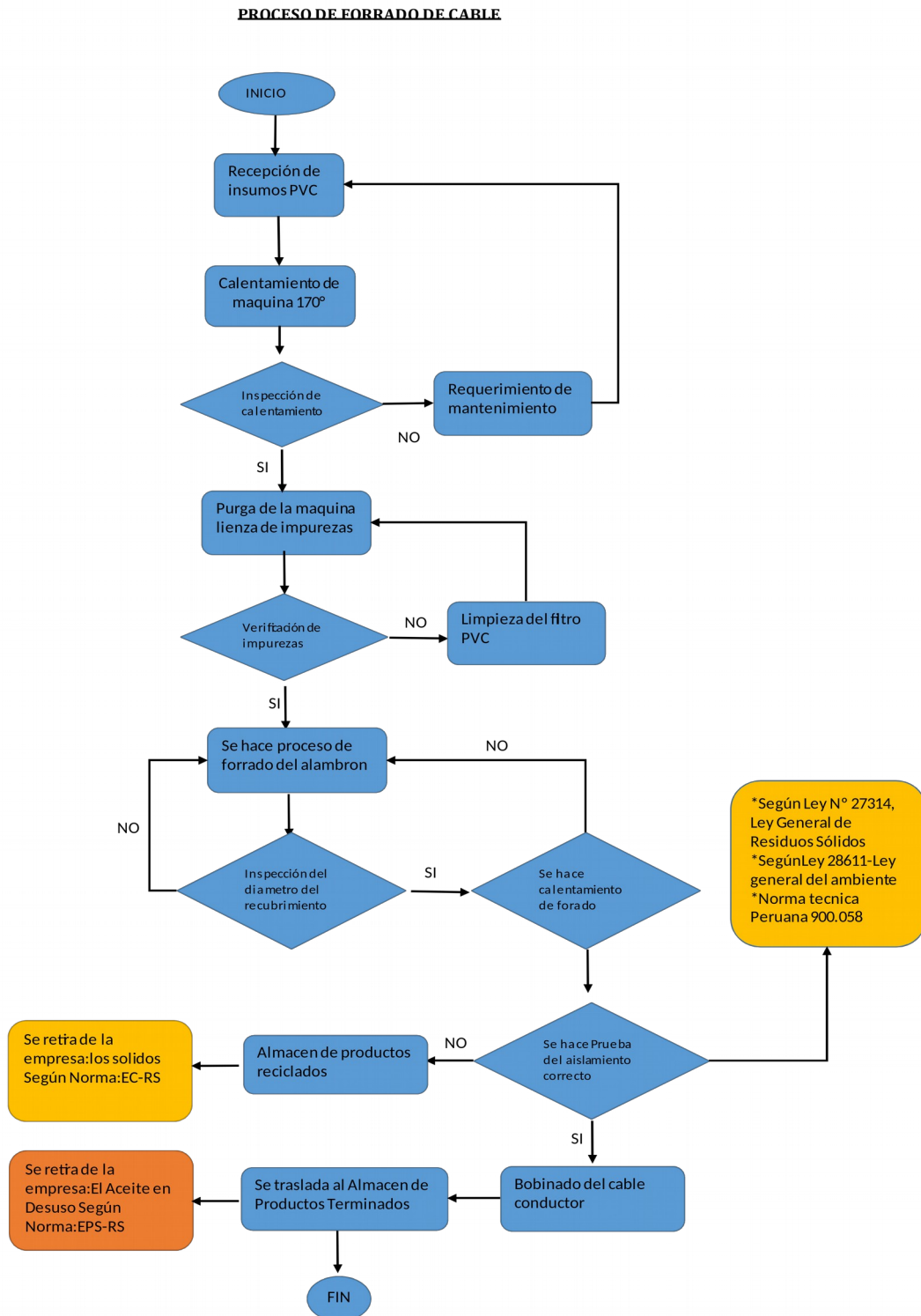
- f) **Medición:** Este proceso consiste en colocar los conductores de cobre o aluminio en el embalaje dependiendo del tipo de producto.

Figura n°4: medición.



Fotografía de Alex Salas (setiembre 2017) Área de cableado, planta N°1

Figura n°5: Flujograma del proceso de producción de cables



Fuente: elaboración propia

Finalmente, consideramos relevante abordar teóricamente sobre la **demanda** que viene a ser el número de unidades de un bien o servicio que los clientes están dispuestos a comprar durante un periodo especificado y bajo un conjunto dado de condiciones. También podemos afirmar que está relacionado a la actitud o reacción del comprador hacia un bien, es decir es la solicitud de bienes y servicios por los consumidores de mercancías.

Respecto de la demanda de cables de cobre recogemos las opiniones vertidas por los especialistas de las empresas más grandes de este rubro que afirman que la demanda de este conductor de energía ha ido en aumento por el boom inmobiliario en nuestro país. Aunque la construcción está disminuyendo, los proyectos mineros están retrasados y la inversión en electrificación rural está igualmente reducida, pero se estima que para este año están proyectando tener un crecimiento superior al 5%. Para que el mercado de cables presente una reactivación frente a los resultados del año anterior se espera el inicio de importantes proyectos de infraestructura, minería y electrificación, que permitan energizar al sector construcción y a la economía del país. Además se asegura que la demanda de cobre en el mercado mundial está asegurada para las siguientes décadas ya que las economías emergentes demandan mucho cobre, pues invierten en infraestructura e industria, construcción y transporte. Revista Perú Construye página web, consultado el 16/11/2017.

1. Formulación del problema

¿Cuáles son las deficiencias en el proceso de fabricación de cables de cobre una empresa peruana, en el año 2017?

- ¿Cuál es el % de retrasos de entrega de pedidos de cables de cobres en los períodos de enero a setiembre del año 2017?
- ¿Cuáles son los puntos críticos en el proceso de fabricación de cables de cobre?
- ¿Cuál es el mayor impacto ocasionado por las deficiencias en el proceso de fabricación de cables de cobre?

2. Objetivos

General

Describir las deficiencias en el proceso de fabricación de cables de cobre en una empresa peruana, en el año 2017

Específicos

- Determinar cuál es el % de retrasos de entrega de pedidos de cables de cobres en los períodos de enero a setiembre del año 2017
- Describir los puntos críticos que se presentan en el proceso de fabricación de cables de cobre.

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

La presente investigación es descriptiva, que de acuerdo a Hurtado (2002) busca “describir en forma analítica el comportamiento, propiedades o características de un determinado fenómeno, objetos o grupo humano”, por lo tanto en este caso el estudio está centrado en identificar y describir los puntos críticos en el proceso de fabricación de cables de cobre, conocer los procesos de su producción y la respuesta a la demanda del mercado por parte de la empresa, esta información diagnóstica permitirá posteriormente dar un siguiente paso para la toma de decisiones y posibles soluciones. El interés está centrado en conocer cómo se presenta la realidad observada en el área de producción de cables de cobre en una empresa peruana, en el año 2017.

Así mismo, podemos afirmar que este estudio no es experimental, porque no vamos a realizar experimento alguno y tampoco habrá manipulación alguna de las variables. Respecto al enfoque es consideramos que es mixto porque analizaremos situaciones de carácter cualitativo y cuantitativo ya que se utilizarán herramientas estadísticas para conocer resultados cuantificables en relación a los puntos críticos en el proceso de producción de cables de cobre.

La población de estudio está centrada en el proceso de producción de cables de cobre del año 2017

La muestra es el retraso en la entrega de pedidos de cables de cobres, las fallas de máquina y mermas en los períodos de enero a setiembre del año 2017, siendo los criterios de selección los resultados obtenidos como puntos críticos a partir del Diagrama de Pareto.

Las Técnicas utilizadas en el presente estudio en primer término fue la observación directa de la realidad tal como se presenta en el área de producción de cables de cobre en la planta de una empresa peruana, en el período de enero a setiembre del año 2017.

Los procedimientos se basaron en la revisión de datos respecto a cómo la demanda de cables de cobre y el análisis de documentos en relación a la presencia de mermas en el proceso de producción, para el efecto el recojo de la información se realizó directamente a través de los instrumentos técnicos y de campo; así por ejemplo en el área de descarto se obtuvo información sobre la merma, los reproceso y lotes defectuosos, además se recopiló información y datos mediante entrevistas a los operadores.

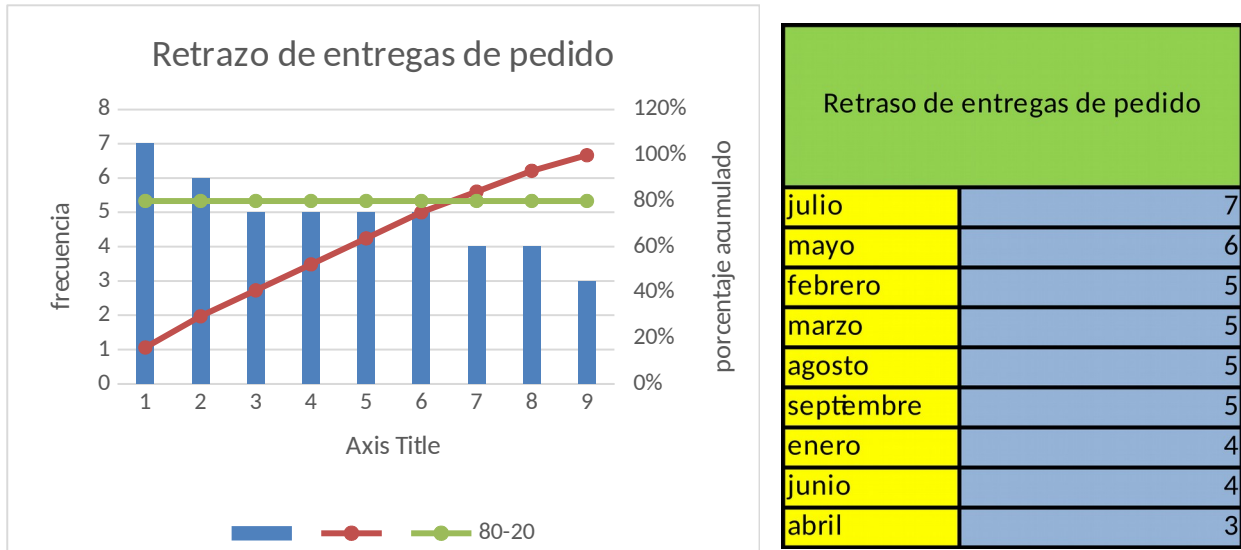
Por otro lado, se procedió al recojo de información en el área de mantenimiento a través del formato de orden de trabajo donde tomaron en cuenta las máquinas de extrusión; así mismo en el área de despacho proporcionó información sobre las ordenes de entrega pendientes por falta del producto, etc.

A partir de las técnicas e instrumentos de recolección de datos utilizados se procedió al análisis mediante el uso de herramientas Excel que se observan en el capítulo de resultados.

CAPÍTULO III RESULTADOS

Respondiendo al objetivo general, las deficiencias en la fabricación de cables de cobre en una empresa peruana, se identificaron de manera global aplicando la técnica del Ishikawa (Ver anexo 1) de la cual se desprendieron varias causas, sin embargo para optimizar estos hallazgos se procedió con la aplicación del Diagrama de Pareto y se pudo determinar los puntos críticos, obteniendo los siguientes resultados:

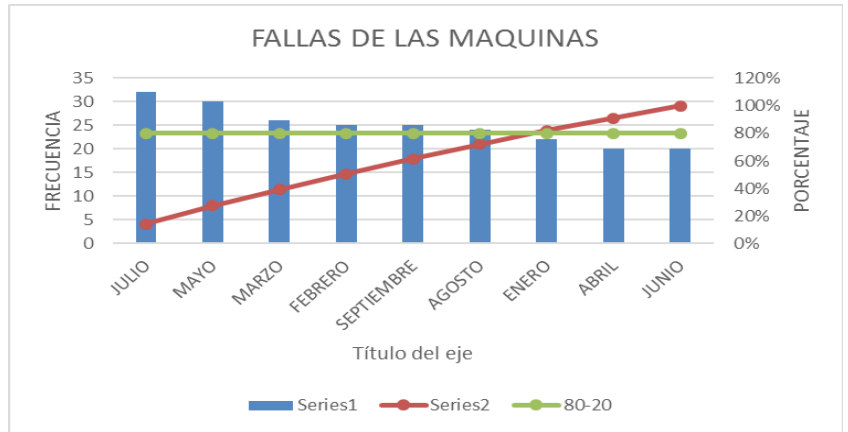
Cuadro n°1: retraso de pedidos



De acuerdo a la gráfica se determina que hay un retraso de pedidos en el mes de julio y mayo lo cual se debe de analizar cuáles fueron los factores que ocasionaron el retraso de entrega de pedidos.

Cuadro n°2: fallas de maquinas

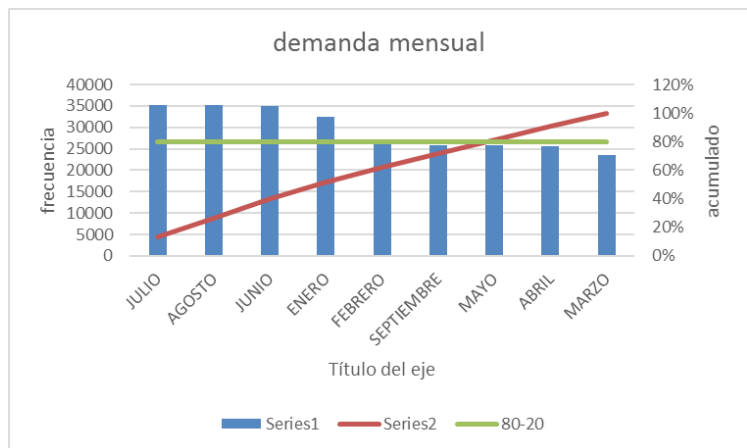
Total de fallas de las maquinas	
ENERO	22
FEBRERO	25
MARZO	26
ABRIL	20
MAYO	30
JUNIO	20
JULIO	32
AGOSTO	24
SEPTIEMBRE	25



Según el análisis del recuadro se observa que en el mes de julio y mayo fueron los meses más críticos ya que se observa la mayor cantidad de fallas de las maquinas la cual perjudico las entregas a tiempo de los pedidos de cables.

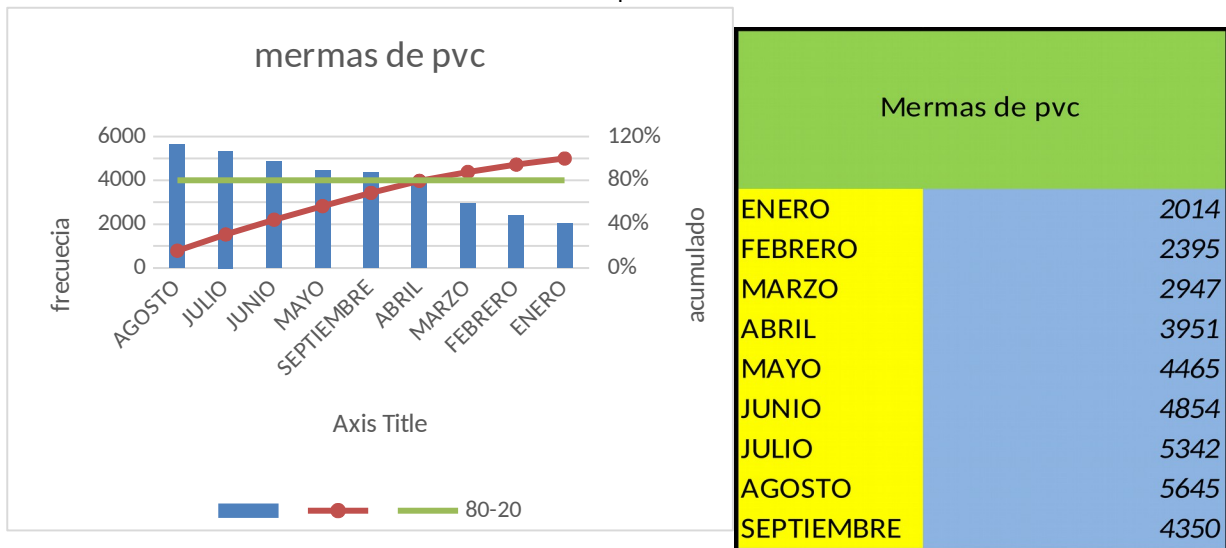
Cuadro n°3: demanda mensual de la producción.

Demanda mensual de produccion	
ENERO	32500
FEBRERO	26800
MARZO	23500
ABRIL	25600
MAYO	25700
JUNIO	35000
JULIO	35200
AGOSTO	35103
SEPTIEMBRE	25890



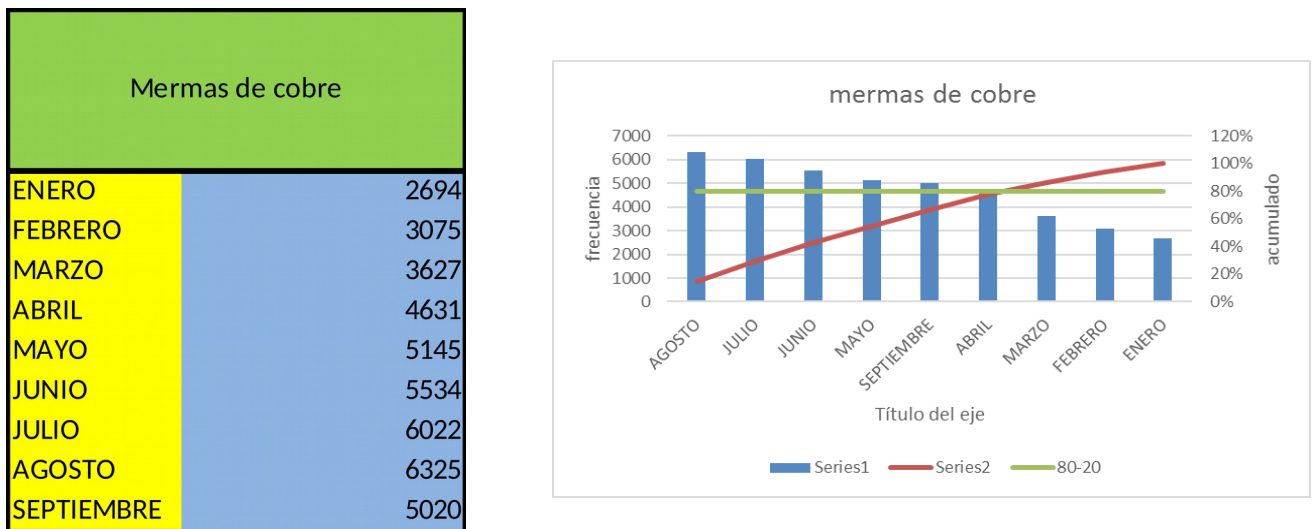
De acuerdo al diagrama se observa que en el mes de julio y agosto son los meses que hay más demanda de cables de cobre por la cual en también son los mese donde se exige más a las maquinas trabajen al 100% lo cual también ocasiona con frecuencia fallas en los equipos por falta de mantenimiento.

Cuadro n°4: merma de PVC.



De acuerdo al diagrama se observa que en el mes de agosto y julio hay más cantidad de merma de lo habitual, esto es ocasionado por que esos meses hay una mayor cantidad de pedidos de cables de cobre. Exceso de merma afecta directamente a utilidad de la empresa.

Cuadro n°5: mermas de cobre.



De acuerdo al diagrama se observa que el mes de agosto y julio hay más merma de cobre la cual se reprocessa afectando los tiempos en el área de producción ocasionando demoras de fabricación y de entregas de productos por re procesos.

Como se puede observar encontramos que las principales deficiencias se encuentran, en primer lugar en las máquinas de producción por falta de mantenimiento de las maquinas ya que no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo y correctivo lo que ocasiona constantes paradas inesperadas de las máquinas ocasionando demoras en la producción ya que se tiene que realizar re procesos en la fabricación del cable determinado ocasionando que no se entregue los pedidos a tiempo lo que origina pago de penalidades a los clientes, también afecta directamente a las utilidades de la empresa ya que también se origina una mayor cantidad de mermas de PVC y cobre.

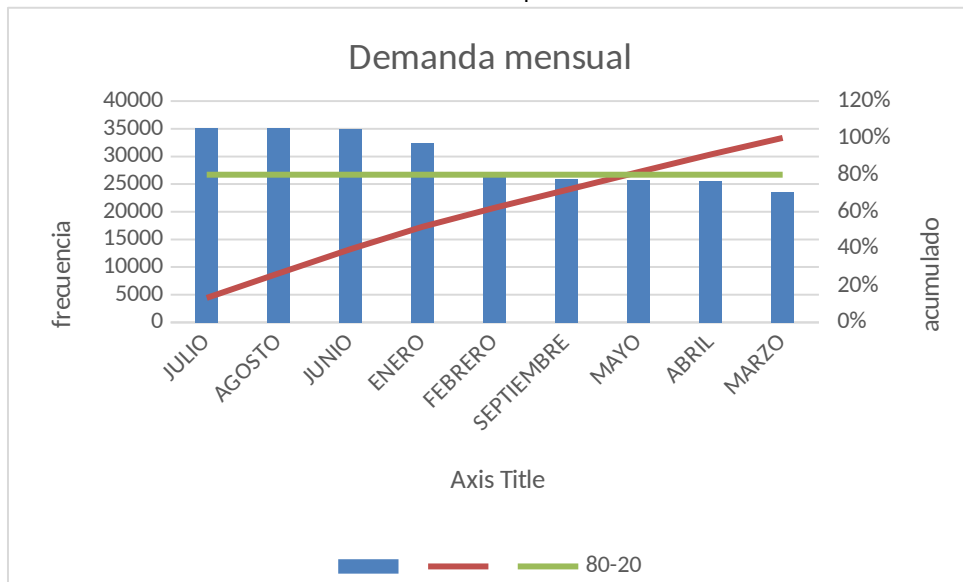
A partir de los resultados obtenidos en el Diagrama de Pareto, se procedió al análisis documental de campo, obteniendo los siguientes resultados:

3.1 Para determinar en qué medida se presenta el retraso de entrega de pedidos de cables de cobres en los períodos de enero a setiembre del año 2017, se procedió al análisis documental de las bases de datos recogidos en las diferentes áreas de la empresa, obteniendo los siguientes resultados:

a) En primer lugar, determinamos cuál es la demanda de cables de cobre en los periodos de enero a setiembre, obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro 6: Demanda de cables de cobre entre enero a setiembre 2017

Demanda mensual de producción		FRECUECIA	% ACUMULADO	FRECUECIA ACUMULADA	80-20	
ENERO	3250 0	JULIO	35200	13%	35200	80%
FEBRERO	2680 0	AGOSTO	35103	27%	70303	80%
MARZO	2350 0	JUNIO	35000	40%	105303	80%
ABRIL	2560 0	ENERO	32500	52%	137803	80%
MAYO	2570 0	FEBRERO	26800	62%	164603	80%
JUNIO	3500 0	SEPTIEMBRE	25890	72%	190493	80%
JULIO	3520 0	MAYO	25700	81%	216193	80%
AGOSTO	3510 3	ABRIL	25600	91%	241793	80%
SEPTIEMBRE	2589 0	MARZO	23500	100%	265293	80%
		total	265293			



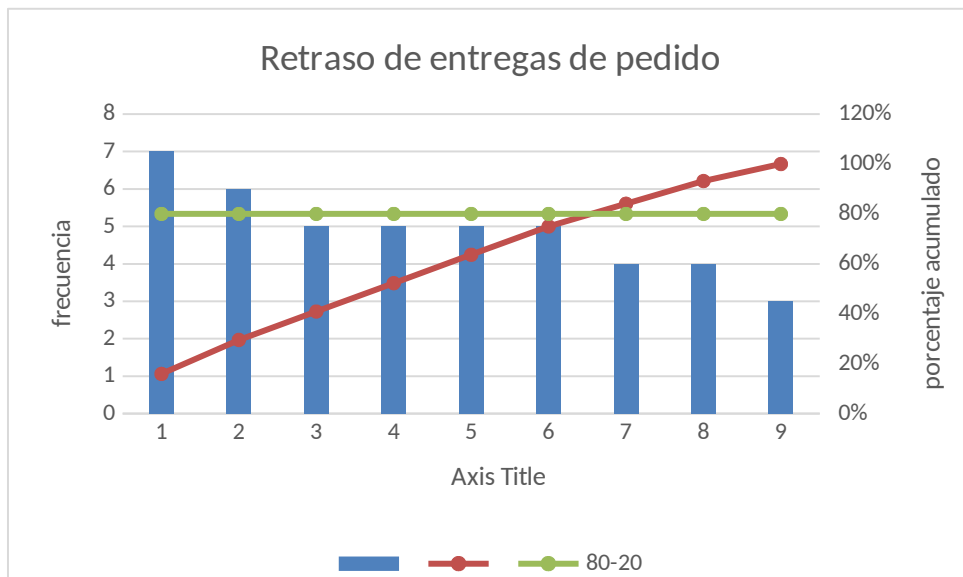
Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en el cuadro N°1 encontramos que la demanda entre los períodos de enero a septiembre del 2017 es significativa, teniendo un incremento importante en los meses de junio, julio y agosto, lo cual debería ser favorable para la empresa, sin embargo esta demanda no es atendida oportunamente, presentándose retrasos significativos en las entregas.

A partir de la demanda observada, el proceso de producción de cables de cobre se intensificó, sin embargo en el período de enero a setiembre del año 2017 también se presenta un importante % de **retraso en las entregas del producto**, problemas que se demuestra en el siguiente cuadro:

Cuadro n°7: Retraso de entregas de pedido

Retraso de entregas de pedido			FRECUECIA	% ACUMULADO	FRECUECIA ACUMULADA	80-20
Julio	7	julio	7	16%	7	80%
Mayo	6	mayo	6	30%	13	80%
febrero	5	febrero	5	41%	18	80%
marzo	5	marzo	5	52%	23	80%
agosto	5	agosto	5	64%	28	80%
septiembre	5	septiembre	5	75%	33	80%
Enero	4	enero	4	84%	37	80%
Junio	4	junio	4	93%	41	80%
Abril	3	abril	3	100%	44	80%
		total	44			



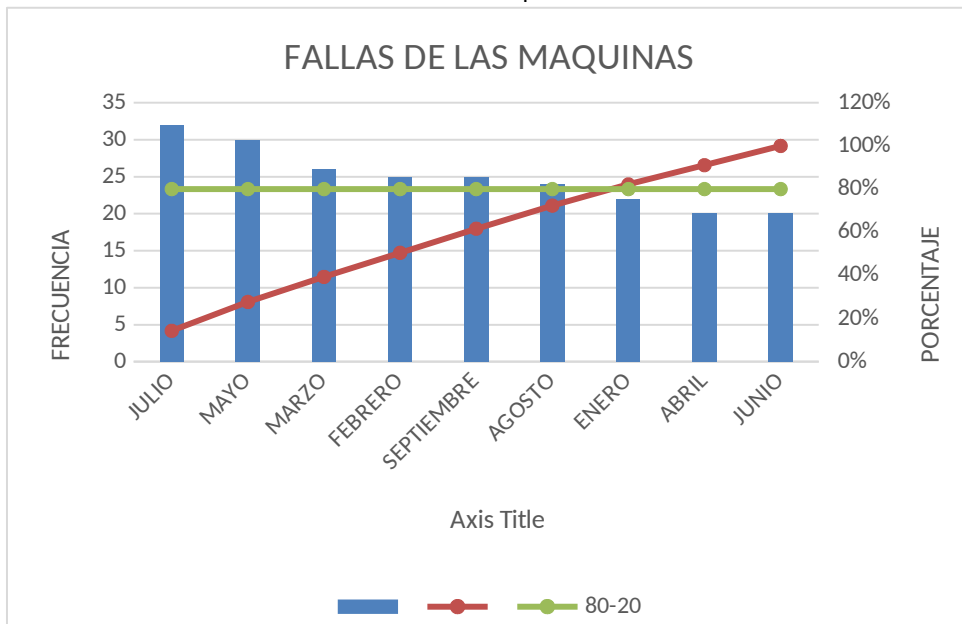
Como se puede apreciar, en la gráfica el retraso en la entrega del producto se ha ido incrementando, debido a la falta de mantenimiento de las máquinas y capacitaciones al personal siendo estas las causas más importantes.

3.2 De acuerdo a los resultados del Diagrama de Pareto, los puntos críticos identificados en el proceso de fabricación de cables de cobre, que a continuación describiremos son los siguientes:

- a) **Fallas de máquina**, éstas se producen cuando no se realizan los mantenimientos y las reparaciones a tiempo y del análisis de las diferentes máquinas de producción se desprenden los siguientes resultados:

Cuadro n° 8: fallas de máquinas de producción.

Total de fallas de las maquinas		FRECUENCIA	% ACUMULADO	FRECUENCIA ACUMULADA	80-20	
ENERO	2	JULIO	32	14%	32	80%
FEBRERO	5	MAYO	30	28%	62	80%
MARZO	6	MARZO	26	39%	88	80%
ABRIL	0	FEBRERO	25	50%	113	80%
MAYO	0	SEPTIEMBRE	25	62%	138	80%
JUNIO	0	AGOSTO	24	72%	162	80%
JULIO	2	ENERO	22	82%	184	80%
AGOSTO	4	ABRIL	20	91%	204	80%
SEPTIEMBRE	2	JUNIO	20	100%	224	80%
	5	total	224			



De acuerdo al gráfico podemos observar que las fallas producidas por las máquinas se generan cuando hay más pedido de producción ya que se exige a las máquinas que trabajen al 100%, ocasionando paradas inesperadas afectando a las diversas áreas de la empresa.

Cuadro n° 9: paradas de máquina

PARADAS DE MAQUINAS POR FALLA 2017									
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
EXTRUSORA 90 COVEMA	5	6	3	2	7	2	6	4	3
EXTRUSORA 100 DAVIS	6	7	5	2	7	5	7	4	6
EXTRUSORA 120 DAVIS	4	7	5	5	5	5	7	3	6
EXTRUSORA 4 1/2"	2	4	7	7	6	4	6	8	5
EXTRUSORA 6"	5	1	6	4	5	4	6	5	5
TOTAL DE FALLAS	22	25	26	20	30	20	32	24	25

Fuente: área técnica

En este cuadro se puede apreciar que el mes que más fallas presenta es el mes de julio por incremento de la demanda de cable, es cual se rige a esta variación por pedidos de cable. Tanto de cables industriales como de baja y de alta tensión y de uso doméstico.

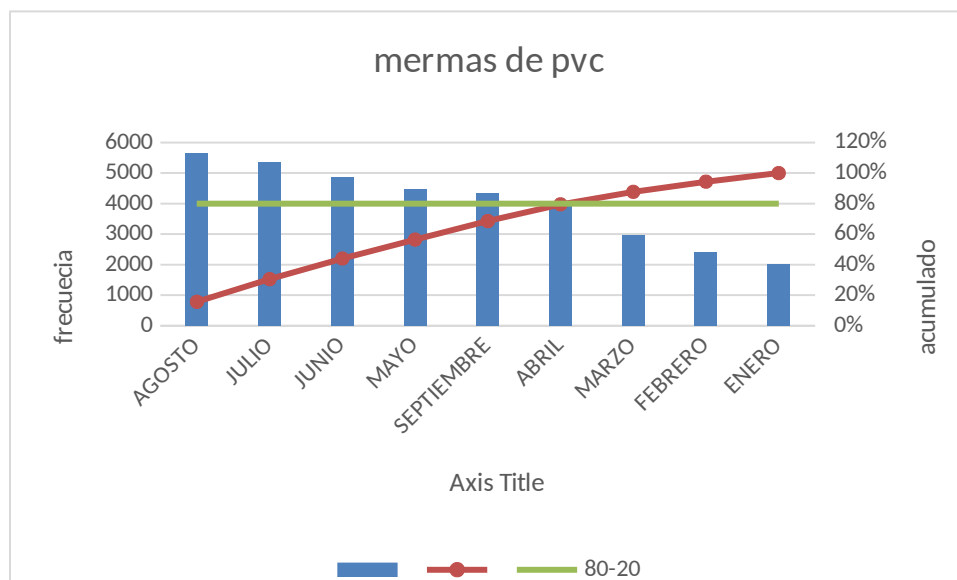
b) Otro punto crítico identificado que afecta económicamente a la empresa son las mermas, las mismas que se presentan en los siguientes elementos:

- Merma de PVC

Cuadro n° 10: mermas de PVC

Merms de PVC	
ENERO	201
FEBRERO	239
MARZO	294
ABRIL	395
MAYO	446
JUNIO	485
JULIO	534
AGOSTO	564
SEPTIEMBR E	435
	0

	FRECUECIA	% ACUMULAD O	FRECUECIA ACUMULAD A	80-20
AGOSTO	5645	16%	5645	80%
JULIO	5342	31%	10987	80%
JUNIO	4854	44%	15841	80%
MAYO	4465	56%	20306	80%
SEPTIEMBRE	4350	69%	24656	80%
ABRIL	3951	80%	28607	80%
MARZO	2947	88%	31554	80%
FEBRERO	2395	94%	33949	80%
ENERO	2014	100%	35963	80%
total	35963			

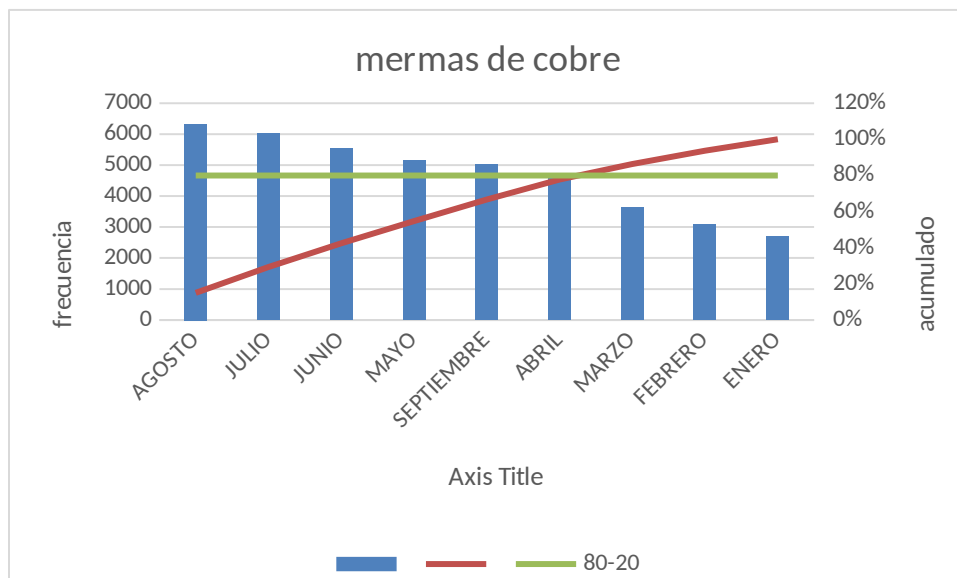


Fuente: elaboración propia

En este gráfico se puede observar que el aumento de mermas se debe a las paradas de las maquinas ya que en esos meses se ha producido mayor cantidad de cables y a la vez una mayor demanda de cables.

Cuadro n° 11: mermas de Cobre

Mermas de cobre		FRECUECIA	% ACUMULADO	FRECUENCIA ACUMULADA	80-20	
ENERO	2694	AGOSTO	6325	15%	6325	80%
FEBRERO	3075	JULIO	6022	29%	12347	80%
MARZO	3627	JUNIO	5534	42%	17881	80%
ABRIL	4631	MAYO	5145	55%	23026	80%
MAYO	5145	SEPTIEMBRE	5020	67%	28046	80%
JUNIO	5534	ABRIL	4631	78%	32677	80%
JULIO	6022	MARZO	3627	86%	36304	80%
AGOSTO	6325	FEBRERO	3075	94%	39379	80%
SEPTIEMBR E	5020	ENERO	2694	100%	42073	80%
		total	42073			



Fuente: elaboración propia

Al observar el cuadro nos damos cuenta que la empresa tiene como un margen máximo de merma de 4% pero, debido a que la empresa tiene equipos no calibrados y sin mantenimiento ha generado que las mermas alcancen hasta un 15% lo cual conlleva a que haya deficiencia en la producción y mucha merma.

En los meses de enero y agosto fueron los de mayor % de merma con respecto a lo establecido lo que ocasiona que haya deficiencia en la producción y re procesos una parte del cobre en recuperado para volver a forrar mientas otra pate es vendido como merma esto genera cuello de botella ya que se realizará de nuevo el mismo proceso de forrado usando más mano de obra, materia prima y energía.

En este periodo de 9 meses los datos obtenidos nos dan un alto % de mermas con relación a lo establecido por la empresa ocasionando deficiencias en la producción y re procesos. Esto genera pérdidas económicas para la empresa ya que no se llega a entregar los pedidos en las fechas indicadas por los clientes. En el mes de agosto el porcentaje de merma llego hasta el 15.1%, también nos indica que siempre sobrepasa el porcentaje de merma establecido por la empresa lo que ocasiona que las utilidades bajen los principales factores que afectan a la producción es por falta de mantenimientos de equipos y no contar con un plan de mantenimiento, con un plan de mantenimiento se reduciría el nivel de merma en un alto porcentaje ya que la mayoría de merma es por falta de mantenimiento de nuestros equipos.

En este periodo de 9 meses los datos obtenidos nos dan un alto % de mermas con relación a lo establecido por la empresa ocasionando deficiencias en la producción y re procesos. Esto genera pérdidas económicas para la empresa ya que no se llega a entregar los pedidos en las fechas indicadas por los clientes .En el mes de agosto el porcentaje de merma llego hasta el 15.1%, también nos indica que siempre sobrepasa el porcentaje de merma establecido por la empresa lo que ocasiona que las utilidades bajen los principales factores que afectan a la producción es por falta de mantenimientos de equipos y no contar con un plan de mantenimiento, con un plan de mantenimiento se reduciría el nivel de merma en un alto porcentaje ya que la mayoría de merma es por falta de mantenimiento de nuestros equipos .

CAPÍTULO IV DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

DISCUSIÓN

La mayor dificultad presentada en este proceso de investigación fueron las limitaciones para el acceso a la información al interior de la empresa, sin embargo fue superada al solicitar los permisos a la gerencia, aplicar la técnica de la observación y el análisis documental de fuentes de información operativos y de laboratorio sobre el proceso de fabricación de cables de cobre insitu.

Por otro lado, podemos establecer una relación comparativa entre los resultados obtenidos en este estudio con los estudios previos, los mismos que abordan los temas de problemas de mantenimiento de equipos, deficiencias en los procesos productivos, mermas, etc., las mismas que a continuación se detalla:

En la tesis de **Garden (2013)** denominada “**Aportaciones al mantenimiento predictivo de motores de inducción mediante una metodología de diagnóstico basada en el uso combinado de técnicas estadísticas y redes neuronales artificiales**”, se desarrolla y valida una metodología de diagnóstico de fallos en motores de inducción en este caso la avería identificada fue la rotura de barras, igualmente evaluaron las fallas de equipos valorando las metodologías aplicadas, aspectos que se relacionan con el diagnóstico que en el presente estudio estamos realizando acerca de las máquinas extrusoras del área de forrado de cables de cobre, determinando la demora en su producción.

Por otro lado, en la tesis presentada por **Heredia (2016)** titulada “Reducción de mermas en la producción de sacos de polipropileno para la mejora de la producción en la empresa El Águila S.R.L”, propone mejoras para la reducción de mermas, que se genera en el proceso de la fabricación de sacos de polipropileno (bolsa plástica). La propuesta de este estudio es la reducción de las mermas, en este sentido abordan los principales indicadores de producción como la mano de obra, materia prima y horas hombre, lo cual permitió obtener los niveles de producción mensual y reducir las pérdidas económicas. Este estudio sirvió de guía no solo para determinar el análisis descriptivo de los problemas de merma, que en este caso se presenta en el PVC y el cobre, sino además nos presentaron procedimientos y técnicas para resolver el problema.

Finalmente, en el trabajo de **Angulo y Barrenechea (2016)** proponen la “Mejora en el proceso de peletizado de plástico reciclado en la empresa Betty Plast S.R.L.” En este caso también se identificaron deficiencias en el área de operaciones afectando la productividad debido a diversas causas como: las deficiencias en el área de recepción de materia prima y el exceso de merma mensual, teniendo como objetivo la reducción del reproceso en 75% para finalmente

optimizar la producción e incrementar la rentabilidad. En este caso encontramos información relevante, metodología y resultados que permitieron delinear el presente estudio corroborando en primera instancia la presencia del problema en el contexto (realidad problemática) y las opciones de mejora para el proceso de producción de cables de cobre.

Las **implicancias prácticas** del presente estudio se encuentran en la descripción del problema en forma clara y detallada, identificando los puntos críticos o estableciendo un diagnóstico objetivo del problema, lo cual permitirá seguir la siguiente etapa que es la toma de decisiones y la aplicación de estrategias y/o herramientas para resolver el problema.

Las **implicancias teóricas** se relacionan con los diferentes factores que determinan los procesos de producción en este caso específico de cables de cobre, para este efecto abordamos teóricamente variables como: mantenimiento, productividad, mermas, etc.

Las **implicancias metodológicas** se relacionan a las técnicas, procedimientos e instrumentos aplicados para identificar y describir el problema sobre los procesos de fabricación de cables de cobre, siendo las más relevantes la observación y el análisis documental.

CONCLUSIONES

A partir del uso de técnicas como el esquema Ishikawa de causa – efecto y el Diagrama de Pareto se logró identificar y describir las deficiencias en el proceso de fabricación de cables de cobre en la empresa peruana, durante el período enero a setiembre del año 2017. La descripción cualitativa y cuantitativa se precisa a partir del hallazgo de los puntos críticos siguientes:

Respecto a los retrasos de entrega de pedidos de cables de cobres en los períodos de enero a setiembre del año 2017 se presentaron a raíz que no se fabricó lo pedido por el área de ventas ya que hubo muchas paradas de máquinas por falta de mantenimiento las mismas que se relacionan con la demanda ya al ver más demanda se exige mucho más a las máquinas que trabajen al 100% esto ocasiona que las maquinas fallen con más frecuencia por falta de mantenimiento.

En relación a los puntos críticos identificados a partir del Diagrama de Pareto, se determinó que existen problemas de mantenimiento de máquinas y equipos como extrusoras, trefiladoras y cablea doras los mismos que determinan la demora en el tiempo de producción de cables de cobre y finalmente se produce la no entrega oportuna del producto al cliente final .

Así mismo se determinó la existencia de mermas de PVC que por falta de mantenimiento de las maquinas ha ido en aumento tanto de PVC como de cobre de lo cual genera gastos innecesarios en la producción realizando re procesos de las diversas áreas de producción ocasionando que no se entreguen los pedidos a tiempo y final mente afecta la rentabilidad de la empresa reduciendo las utilidades.

Finalmente de todo el análisis descriptivo del problema encontramos que el mayor impacto ocasionado por las deficiencias en el proceso de fabricación de cables de cobre es por falta de mantenimiento de máquinas y herramientas la cual afecta directamente a todas las áreas de la empresa.

REFERENCIAS

Garden (2013) Tesis denominada **“Aportaciones al mantenimiento predictivo de motores de inducción mediante una metodología de diagnóstico”** Universidad de Valladolid.

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://uvadoc.uva.es/handle/10324/3812>

Chang (2008) Tesis **“Gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducción de costos del servicio de alquiler”** Universidad de Ciencias Aplicadas.

<http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/273470/2/EChang.pdf>

Heredia (2016) Tesis **“Reducción de mermas en la producción de sacos de polipropileno para la mejora de la producción en la empresa el Águila S.R.L”**. Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo.

http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/806/1/TL_%20HerediaEspinozaAnais.pdf

Angulo; Barrenechea (2016) Tesis **“Mejora en el proceso del peletizado de plástico reciclado en la empresa Betty Plast s.r.l.”** Universidad Privada Del Norte.

http://www.upao.edu.pe/actualidad/?mod=mod_act&s=not&task=ver10836

Valdivieso (2010) Tesis **“diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Extruplas S.A”**. Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/831/12/UPS-CT001680.pdf>

Alpizar (2008: pag.194) libro de mantenimiento.

<http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manual4/cap5.pdf>

Revista Perú Construye (2015) cables eléctricos **“restableciendo la energía”**

<http://www.peruconstruye.net/restableciendo-la-energia/> consultado el 16/11/2017

El Comercio (2016) publicación **“ demanda del cobre”**

<https://elcomercio.pe/economia/peru/demanda-cobre-local-llegado-limite-211793>

Logroño (1994) Tesis “Desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo en una fábrica textil”. Guayaquil:Escuela Superior Politécnica del Litoral.

<http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/578614/2/Tesis+Mario+Salas+Maceda.pdf>

Enríquez, T. (1990). Tesis “Programa de Mantenimiento Preventivo para la planta externa de la CIA Peruana de Teléfonos”). Universidad Nacional de Ingeniería. Perú, Lima.

http://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_9961dfc96ba1e733136240b9a4b1e4ff/Details

garcia (2009) libro “ mantenimiento correctivo organización y gestión de la reparación de las averías” editorial Renovetec. España, Madrid.

<http://www.renovetec.com/mantenimientoindustrial-vol4-correctivo.pdf>

ANEXOS

ANEXO N° 1

Esquema de Ishikawa

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO

