



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

“Automatización en la división de carbón para la mejora de indicadores OEE  
en una fábrica de cemento-Lima,2019”

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:  
Bachiller en Ingeniería Industrial**

**AUTORES:**

Huaman Carhuallanqui, Carlos (ORCID: 0000-0002-8118-7078)

Jara Moreno, Flor María (ORCID: 0000-0002-7334-6526)

Peña Espinoza, Bernardo (ORCID: 0000-0001-8868-293x)

Trinidad Ramos, Luis Alberto (ORCID: 0000-0001-5667-4643)

**ASESORA:**

Mg. Ochoa Sotomayor, Nancy Alejandra (ORCID: 0000-0001-6190-3404)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

**LIMA – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA:**

En primer lugar, a Dios, especialmente,  
a mi padre. Además, a todas aquellas personas  
a las que les pueda servir de algún modo  
nuestro trabajo de investigación

*Carlos Huamán Carhuallanqui*

Dedico a la persona más importante de mi  
vida, que sin ella no podría avanzar  
en todos mis proyectos, a mi mamá por su  
paciencia y empuje.

*Luis Trinidad Ramos*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a los docentes de la Universidad  
César Vallejo por sus enseñanzas y a nuestra  
asesora de proyecto Mag. Nancy Ochoa Sotomayor.

## Índice de contenidos

<b>DEDICATORIA:</b> .....	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>Índice de contenidos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Índice de figuras y tablas</b> .....	<b>vi</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>vii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>viii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Realidad Problemática</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 trabajos previos</b> .....	<b>6</b>
<b>1.3 Teorías relacionadas al tema</b> .....	<b>11</b>
<b>1.3.1 Automatización:</b> .....	<b>12</b>
<b>1.3.2 AUTOMATIZACIÓN.</b> .....	<b>12</b>
<b>1.3.3 La teoría del control. –</b> .....	<b>13</b>
<b>1.3.4 La Automatización industrial.</b> .....	<b>13</b>
<b>1.3.5 Indicadores eficiencia global de los equipos:</b> .....	<b>14</b>
<b>1.3.5 IMPORTANCIA</b> .....	<b>15</b>
<b>1.4 Justificación del estudio</b> .....	<b>16</b>
<b>1.4.1 Justificación teórica</b> .....	<b>16</b>
<b>1.4.2 Justificación práctica</b> .....	<b>17</b>
<b>1.4.3 Justificación económica</b> .....	<b>17</b>
<b>1.5 Problema general:</b> .....	<b>17</b>
<b>1.6 Hipótesis</b> .....	<b>17</b>
<b>1.6.1 Hipótesis general:</b> .....	<b>17</b>
<b>1.6.2 Hipótesis específicas:</b> .....	<b>17</b>
<b>1.7 Objetivos</b> .....	<b>18</b>
<b>1.7.1 Objetivo general:</b> .....	<b>18</b>
<b>1.7.2 Objetivos específicos:</b> .....	<b>18</b>
<b>II. MÉTODO</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1. Diseño de investigación</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1.1 Tipo de investigación: Aplicada</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1.2. Diseño cuasi experimental</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1.3 Enfoque de investigación: Cuantitativo</b> .....	<b>19</b>
<b>2.3 Población y muestra</b> .....	<b>20</b>
<b>2.3.1 Población:</b> .....	<b>20</b>

2.3.2 Muestra .....	20
2.4 Técnicas, instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad. ....	21
2.4.1 Técnicas. ....	22
2.4.2 Instrumento de recolección de datos .....	22
2.4.3 Confiabilidad .....	22
2.5 Método de análisis de datos .....	22
2.5.1 Análisis descriptivo .....	22
2.5.2 Análisis Inferencial .....	22
2.6 Propuesta de Mejora .....	23
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>28</b>
3.1 Análisis descriptivo .....	28
3.1.1 Variable: Automatización .....	28
3.1.2 Dimensión 1: Disponibilidad .....	28
3.1.3 Dimensión 2: Rendimiento .....	28
3.1.4 Dimensión 3: Calidad.....	28
<b>IV. Discusión.....</b>	<b>29</b>
<b>V. Conclusiones .....</b>	<b>31</b>
<b>VI. Recomendaciones.....</b>	<b>32</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>33</b>
<b>ANEXOS</b>	

## Índice de figuras y tablas

figura 1: Producción de cemento 2000-2015.....	1
figura 2: Cifras clave CEMEX .....	3
figura 3: Portada periodística CEMENTO SOL, PERÚ, año: 1924.....	3
figura 4: Producción de Cemento y Clinker 2018.....	4
figura 5: Despacho de Cemento.....	4
figura 6: Planta Atocongo .....	5
figura 7: Presencia en América UNACEM, año 2018.....	6
figura 8: Indicadores OEE.....	15
figura 9: Planificación y tiempo de producción planificado .....	15
figura 10: Trituradora de martillos .....	20
figura 11: Exhaustor .....	21
figura 12: Molino de bolas. ....	21
figura 13: Proceso productivo del cemento.....	23
figura 14: Indicadores de producción de cemento 2018 .....	24
figura 15: Equipos antiguos y obsoletos .....	25
figura 16: Análisis termográfico carbón 2019 .....	26
figura 17: Análisis termográfico de los equipos de carbón. ....	26
figura 18: Análisis de estados económicos-financieros UNACEM 2019.....	27
figura 19: Tipos de investigación.....	1
figura 20: Diseño cuasiexperimental .....	1
figura 21: Producción e importación de cemento PERU 2001-2009 .....	2
figura 22: Empresas cementeras y su zona de influencia.....	2
figura 23: Importación de cemento 2016 al 2019 .....	3
figura 24: Enfoque cuantitativo .....	3
figura 25: Fórmula de muestra finita .....	4
Tabla 1: Maquinas principales en una molinera de carbón .....	20
Tabla 2: Resumen de indicadores .....	25
Tabla 3: Consumo de carbón en UNACEM 2018 .....	26

## Resumen

El presente trabajo de investigación titulado “Automatización en la división de carbón para la mejora de indicadores de eficiencia general de los equipos en una fábrica de cemento-Lima,2019”, tiene como objetivo mejorar los indicadores de eficiencia general de los equipos en una fábrica de cemento-lima,2019. Su enfoque es cuantitativo, el diseño es cuasi experimental y según su enfoque de investigación es cuantitativo. Asimismo, se utilizará un diseño cuasi experimental. La técnica de recolección será recolección de muestra de las máquinas de planta carbón 1 y la muestra estará conformada por 6 máquinas que pertenecen a la división carbón 1.

Palabras clave: Productividad, eficacia, eficiencia, automatización.

## Abstract

This present research work entitled “Automation in the coal division for the improvement of indicators of general efficiency of equipment in a cement Factory-Lima, 2019”, aims to improve the indicators of general efficiency of equipment in a factory of cement-lime, 2019. Its approach is quantitative, the design is quasi-experimental and according to its research approach it is quantitative. Also, a quasi-experimental design will be used. The collection technique will be sample collection from coal 1 plant machines and the sample will consist of 6 machines belonging to the coal 1 division.

Keywords: Productivity, efficiency, efficiency, automation



# I. INTRODUCCIÓN

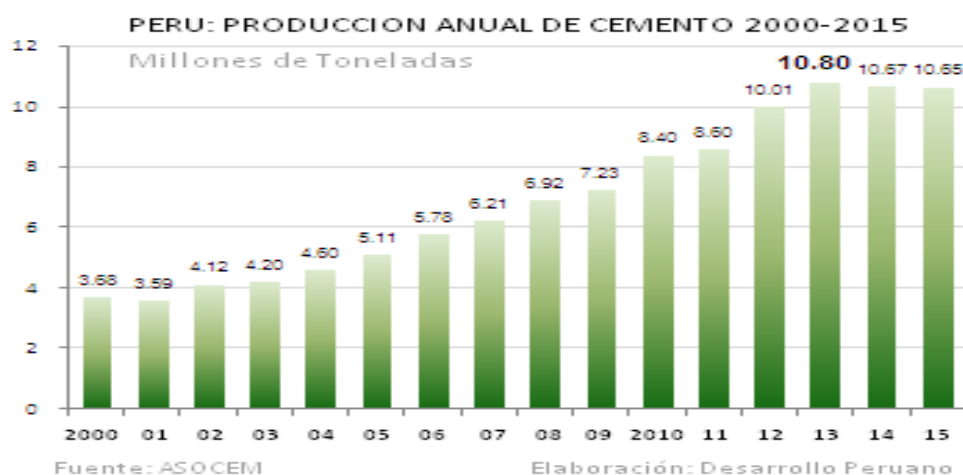
## 1.1 Realidad Problemática

En la actualidad es incuestionable que las empresas transnacionales con los que rigen el nuevo ordenamiento industrial internacional, en función del cual la economía internacional está siendo movilizadora por transformaciones tecnológicas, innovaciones y automatización, todos estos eventos se le llaman globalización.

A nivel mundial las empresas industriales se ubican en un momento muy crítico debido a la alta competitividad y las altas exigencias de los mercados internacionales, teniendo en cuenta que en la actualidad existen empresas muy importantes que buscan optimizar sus procesos de producción en los cuales no está permitido las fallas o reproceso porque se generan costos adicionales de producción, re trabajos y reproceso teniendo como consecuencias impactos en la economía de la empresa y consecuentemente ubicándolos en desventaja competitiva a nivel internacional.

La gran parte de las industrias en el mundo mejoran la productividad realizando un análisis de los indicadores de toda la cadena productiva (desde el inicio hasta despacho del producto) para poder identificar puntos que puedan ser clave en la optimización de los recursos aplicando nuevas y modernas herramientas de mejora continua. Para Porter el liderazgo por costos, el enfoque y la diferenciación son las tres estrategias que una empresa puede seguir.

figura 1: Producción de cemento 2000-2015



Fuente: ASOCEM. (Asociación de Productores de Cemento)

En América Latina para que una empresa sea competitiva es muy necesario la información financiera teniendo en cuenta los costos dando como resultados definir alternativas para la disminución de costos, económicamente una empresa que no es rentable afecta enormemente en sus planes de crecimiento y a la vez en el control adecuado de la producción. Por eso la innovación de nuevas tecnologías y la automatización de procesos y procedimientos, surgen como alternativa de solución.

A raíz de la demanda de cemento en el Perú los empresarios se preocuparon en encontrar diferentes alternativas para poder cubrir la demanda del mercado, para ello se busca mejorar la capacidad productiva con la aplicación de sistemas automatizados y con ello mejorar los procesos productivos utilizando las nuevas tecnologías. Por esta razón una empresa cementera vio la necesidad de modernizar sus sistemas automáticos para mantenerse en un nivel competitivo a la par con sus semejantes en el mercado nacional y de exportación.

Es por esto que la fábrica de cemento líder en el mercado nacional vio la necesidad de implementar mejoras de Automatización para mejorar y optimizar sus procesos productivos.

La problemática, que se observó en el proceso de la división del carbón de la producción del cemento se ha podido observar con el cálculo y medición del OEE que contamos con el área de gestión de mejora continua dar una solución y eficiencia a nuestro producto con los avances tecnológicos, revisando continuamente nuestros procesos y las medidas de control que se deben aplicar promoviendo la satisfacción de nuestros empleados creando y manteniendo un ambiente de trabajo agradable con el crecimiento profesional y social. Maximizar la eficiencia de la organización con los recursos que son accesibles por todo el personal, suministrar los recursos humanos y equipos de alta tecnología para así obtener los objetivos trazados y dar la satisfacción del cliente que son la base de nuestro negocio.

En la industria cementera del Perú se vienen generando varios cambios con el ingreso de nuevos competidores siendo una empresa grande y amenazante CEMEX (cementos mexicanos), por tal motivo la industria cementera peruana está en alerta y en mejoras continuas de su proceso porque ante una mínima desventaja con la competencia se perdería su participación en el mercado y los demás sacarían ventaja. Uno de los más importantes indicadores si una empresa va bien es el reporte financiero, con un reporte económico-financiero se observa si es rentable o no y a la vez la solidez de poder invertir y mejorar su infraestructura y tecnología.

figura 2: Cifras clave CEMEX



Fuente: página web CEMEX

figura 3: Portada periodística CEMENTO SOL, PERÚ, año: 1924.



Fuente: Pagina web Diario el Comercio.

Para la época de 1956 se instaló la fábrica más alta del mundo en la industria del cemento, ubicado en Tarma con el nombre de CEMENTO ANDINO S.A cerca de una central hidroeléctrica CARPAPATA. El 28 de diciembre de 1967 la compañía peruana de cemento portland S.A cambio de razón social y pasó a ser llamado CEMENTOS LIMA S.A adquiriendo un nuevo horno, molinos y otros equipos de moderna tecnología, la nueva adquisición del horno fue de 300 toneladas /día. En los años 1987 se remodeló la planta y se llegó a una ampliación del horno III. Luego del paso de los años se llegaron a hacer grandes modernizaciones en la planta pasando por proyectos en el muelle Conchán y la faja tubular.

Para competir en el mercado en el año 2013 se insertó en el mercado el CEMENTO APU. En el año 2016 CEMENTO SOL cumplió 100 años en el mercado peruano. Además, se lanzó al mercado un nuevo producto con un diseño especial que combate la presencia de HUMEDAD, SALITRE y agregados álcali reactivos CEMENTO ANDINO ULTRA.

figura 4: Producción de Cemento y Clinker 2018



Fuente: ASOCEM

figura 5: Despacho de Cemento



Fuente: ASOCEM, año: 2018.

En una fábrica de cemento el punto a mejorar es la eficiencia dentro del proceso de la molienda de carbón para el cañón del horno el cual es usado para que pueda generar altas temperaturas y se produzca la calcinación de la piedra caliza, este proceso es formalmente llamado clinkerización, el producto de este proceso es el Clinker propiamente dicho. La raíz

del problema es dentro del proceso de molienda de carbón son la tecnología descontinuada o antigua, si bien es cierto trabaja con un PLC, pero ya no es tan eficaz para mantener un proceso continuo, demora en diagnosticar fallas y reparaciones complicadas.

figura 6: Planta Atocongo



Fuente: página web UNACEM SAA.

Los productos más representativos que UNACEM tiene en el mercado son:

Cemento andino ultra TIPO HS, con una participación en el mercado del 73%.

Cemento APU alcanzó el 18% de participación en la sierra central en el periodo menor a un año luego de su inserción al mercado local.

Con respecto al año 2017, el cemento a granel tuvo un desarrollo favorable con un crecimiento del 10%.

Con respecto a las subsidiarias y afiliadas a la empresa UNACEM se puede mencionar tres grandes bloques cemento, concreto y energía.

CEMENTO: Operaciones en ECUADOR, PERÚ Y EE.UU.

Contando con cuatro plantas y 1 puerto terminal. Con una capacidad instalada de 10.5 millones de toneladas-año.

figura 7: Presencia en América UNACEM, año 2018.



Fuente: Pagina web UNACEM SAA.

## 1.2 trabajos previos

En este campo existen diferentes estudios con referencia a este estudio, entre ellos podemos mencionar:

### A nivel internacional

**DOMÍNGUEZ**, David. “Proyecto de Automatización con PLC Siemens y Scada en Matlab mediante comunicación OPC para un sistema de mecanizado de piezas de control de velocidad de un motor de Corriente Continua”. Valencia. Tesis (Título de ingeniería en Tecnologías Industriales). España: Universidad Politécnica de Valencia. 2018-2019 (pág.60)

Al respecto, Domínguez señala el propósito principal es disminuir los costos de producción en tiempo y efectividad. Se realizó en primer lugar un diagnóstico del proceso productivo a través de herramientas como lluvia de ideas, análisis documentadas y encuestas encontrando como principal problema la ineficiencia, la baja productividad y el aumento de costos en el proceso de mecanizado de piezas. En la implementación de la Automatización para mejorar la productividad y reducir los costos en el proceso de mecanizado de piezas gracias a los equipos de última generación se utilizó el PLC Siemens S7-1200, SCADA de mucha eficiencia y gran versatilidad logrando mejorar métodos y procedimientos y sobre todo un ahorro de tiempo desarrollando los productos de mejor calidad. Este tipo de estudio electrónico es cuantitativo, explicativo y descriptivo, adaptado a un diseño cuasiexperimental, para lograr un proceso de alta eficiencia y calidad lo que se requiere en la industria”.

**CHAMORRO** Diego, **ACOSTA** Carlos. Estudio e Implementación de un Sistema de Automatización para el Incremento del OEE en un Pulpo Serigráfico. Riobamba. Tesis (Título de Ingeniería Electrónica, Control y Redes Industriales). Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.2016.

Al respecto Chamorro y Acosta, cuyo objetivo es aumentar el rendimiento, la disponibilidad en el pulpo serigráfico y aumentar la calidad del producto. Manifiesta que el modelo de investigación fue cuantitativo, aplicado y descriptivo explicativo de diseño cuasiexperimental, la muestra es afín a la población entonces no existe el muestreo. Con el método científico nos ayudó a realizar la observación del proceso de producción para obtener los datos previos a la automatización y con ello lograr determinar el parámetro a mejorar, logrando como resultado la medición del OEE del pulpo serigráfico manual siendo éste de 25,04%. Es por este motivo y para dar solución se implementó un nuevo sistema de automatización con el objetivo de mejorar la Eficiencia Global del Equipo (OEE). Para ello se logró analizar y seleccionó para lograr su implementación los siguientes materiales: rodamientos angulares y lineales, estructuras metálicas, electro válvulas, controlador lógico programable (PLC) con su respectivo módulo de expansión de salidas, sensores mecánicos y magnéticos de posición, relés, y botonera de mando y pistones neumáticos. Se empleó la plataforma TIA Portal para la programación del sistema de control; el software NI OPC Server permitió lograr la comunicación entre el interfaz y el Plc Hombre- Máquina (HMI). Luego de lograr la implementación del nuevo sistema en automático se experimentó con diferentes y variadas configuraciones en los pistones y actuadores y del programa lógico del PLC, logrando como resultado un OEE= 68,48%. Como resultado se logró un incremento del 43,44%, ubicando a la máquina 8 pulpo serigráfico) dentro de un rango propuesto y aceptable de eficacia y eficiencia. Se recomienda poner un número mayor de sensores para un mejor monitoreo e individualizado control para cada estación del pulpo serigráfico”.

**GONZÁLES**, María. Diseño y Plan de Implementación de un Sistema MES en la compañía P&G. universidad politécnica de Catalunya. España.2015.

Al respecto González, indica que el objetivo del proyecto surge bajo la necesidad de lograr aumentar la producción de uno de los destacados productos de la compañía Procter & Gamble (P&G)<sup>1</sup> en el área de ambientadores. Para desarrollarlo se necesita implementar el software más moderno y avanzado que permita modernizar de manera más segura y efectiva el proceso de producción. A inicios la línea estaba operativa en P&G del “polígono Santiga” (Santa Perpetua de la Moguda). Existía la falta de control del rendimiento de la línea, esto hizo

necesaria la implementación y ejecución de un sistema de recogida de datos de manera manual, de manera temporal. El traslado de producción a Mataró y la centralización, fue propicio y generaron una oportunidad de mejora, que comprendía la modificación y reestructuración de las viejas y antiguas líneas de producción denominadas F2 y la F5, que posteriormente fueron integradas en la Línea F5. Para lograr un mayor nivel de eficiencia de la línea F5, se fijaron 3 acciones de mejora; Aumentar el número de productos finales producidos con la calidad requerida. Aumentar la producción real obtenida Aumentar el tiempo de producción de la Línea. La finalidad era aumentar el porcentaje del indicador “Overall Equipment Effectiveness” (OEE) desde un 60% hasta lograr un 80%, mediante la instalación de un sistema de recogida y almacenamiento de datos automatizado (Sistema MES) y que, una vez logrado, fuera sostenible en el tiempo. Las etapas desarrolladas más importantes fueron, la unificación de las Líneas antiguas y la integración de maquinaria nueva en la Línea F5, pasaron de 24,5% a 6,5%. - El indicador OEE pasó del 60,3% a un 84,8%.

**CRUZ**, Gerardo. Automatización de estación para remachado de componentes. Tesis (Título de Tecnólogo en Mecatrónica). México: Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial, 2017.

La finalidad y el objetivo de este reporte es automatizar el control de la máquina de remachado mediante un software de programación para el PLC Allen-Bradley, su software Studio 5000 de Rockwell Automatización, para lograr un mayor control y buen funcionamiento se hará uso del graficet para el uso del modo automático y reset, la gemma en dónde se puede apreciar los estados de la máquina, para lograr con eso y obtener mejores resultados en la secuencia del proceso, dando a conocer y verificando todo tipo de estado posibles en el que pueda encontrarse la máquina. O esto se busca la eficiencia de la máquina y calidad de los productos.

**RUIZ**, Felipe. Automatización de una Estación de Barrenado. Santiago de Querétaro. Tesis (Especialidad de Tecnólogo de Mecatrónica). México: Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial .2017.

El tipo de investigación cuantitativo, aplicado y descriptivo explicativo de diseño cuasiexperimental. Con este proyecto es posible automatizar el proceso de barrenado realizado por una estación, cuyo propósito es realizar tres perforaciones en una pieza tubular, lo cual permite una mayor eficiencia para la obtención de un producto final. Esto permite disminuir el tiempo de la operación y menos errores o defectos. Durante el procedimiento, la generación de un GRAFCET permite observar de forma gráfica y de manera más clara el comportamiento lógico del programa viendo el estado de la máquina y los requerimientos que deben cumplirse



para continuar con cada acción, y para lograr esto se debe realizar un programa en operación automática con el propósito reducir las pérdidas y tiempos muertos integrando al proceso un plc Allen Brad ley. Haciendo uso de estas observaciones, es posible realizar de manera más rápida y eficaz el diagrama en escalera para el control de una estación de trabajo por medio de PLCs”.

### **A nivel nacional**

**BANCES, Luis.** “Aplicación de un Sistema de Indicadores de Efectividad Global de equipos y su incidencia en el mejoramiento del proceso de fabricación de puntas de bolígrafos”. Lima. Tesis (Título de ingeniero Industrial). Perú: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2017.

En primer capítulo se analizaron los problemas que existen en la empresa, logrando identificar como uno de las más grandes causas es la baja productividad, y también se identificó a través del diagrama de Ishikawa la causa raíz por la cual se presenta este problema. En el área de producción de puntas de bolígrafo de la empresa Faber-Castell Peruana S.A., se identificó el problema principal siendo la muy baja productividad del área; esto se debe y habiendo otras cosas a que el área tiene el más alto porcentaje de rechazos mensuales de toda la planta, además de mermas de alambre de latón que sólo está permitida hasta en un 10% y pérdidas en los tiempos de producción debido a los cambios y regulaciones mecánicas ya sean por set-up ,averías en las máquinas o fallas por la calidad del producto. Es por todo esto que se implantó la mejora continua cuyo objetivo es aumentar la eficiencia y productividad en los procesos cuyas herramientas son el diagrama de Pareto, diagrama causa- efecto, Histogramas, Estratificación, Hoja de verificación, Diagrama de dispersión, etc. Después de aproximadamente un año de lograr iniciar la aplicación de la OEE, el indicador mejoró de un 36.6% a 86.9%. Finalmente, con la inducción y capacitación de este sistema nuevo implantado de indicadores, todo el personal que está involucrado tendrá un mayor conocimiento y panorama y visión para intervenir en los problemas que sucedan en el área en general y específicamente en el proceso de producción.

**GAMARRA, Roy.** “Automatización con PLC de la Línea de Distribución de Productos de una Empresa de Cosméticos”. Tesis (Título de Ingeniero Electrónico) Lima: Universidad Tecnológica del Perú. 2016.

El presente trabajo busca como objetivo mejorar el proceso de cerrado de cajas de las líneas de distribución de una compañía de cosméticos lo cual tiene un sobre costo por sobretiempo del

personal operativo en horas extras y un indicador por debajo de valor esperado de calidad y eficiencia de la línea de distribución. El tipo de estudio fue cuantitativo, aplicado y descriptivo explicativo de diseño cuasiexperimental. Se evaluó la situación actual en la que se encontraba la empresa analizando en primer lugar el proceso productivo, el sistema de abastecimiento de las cajas y utilizando la herramienta de causa raíz llamado diagrama de Ishikawa, se llegó a la conclusión de que el proceso de distribución en donde encuentra mayor retraso es en el cerrado de las cajas. Este problema tiene dos causas fundamentales, la primera es que hay tres formatos de cajas, la máquina detecta a través de los sensores define el tamaño de caja a cerrar y calibra su proceso de manera automática y eso la hace lenta e ineficiente. El segundo factor que reduce la efectividad del cerrado de cajas es el mal llenado de los artículos o productos, se pudo constatar que al proceso de cerrado llegan cajas con productos en desborde, esto provoca un mal cerrado de las cajas, aún peor parada en la máquina debido a fallas por atascamiento o tratamiento. Finalmente, la propuesta de mejora de implementación de automatizar el equipo con un PLC y una serie de sensores permitió un aumento en la productividad hasta un 24% promedio aumentando la eficiencia de los equipos.

**OTAROLA**, Sofía. Análisis, “diagnóstico y propuesta de mejora en el área de producción y almacén de una empresa dedicada a la fabricación de calcetines” Lima (2016). Tesis (ingeniero industrial). Lima: Universidad católica del peru.2016.

El objetivo del trabajo de investigación, es disminuir la cantidad de mermas o desperdicios obtenidos y el tiempo excesivo que existe en los procesos productivos que ocasionan una gran pérdida para la empresa. Se presenta a la empresa, las áreas que están involucradas en la producción de los calcetines y sus principales productos, cómo sus instalaciones y máquinas. En el estudio y diagnóstico se establece la necesidad de desarrollar una mejora en las áreas de producción dado a su poco y bajo índice de aprovechamiento en la capacidad. Para desarrollar las mejoras se emplearon metodologías tales como la 5S dentro de las instalaciones, para un trabajo saludable y armonioso; la reorganización y redistribución de planta, para mejorar el flujo de la producción y lograr la disminución de tiempos de espera y traslado entre procesos; y también se empleó la herramienta TPM cuyo objetivo es aumentar la productividad y eficiencia de las máquinas. La solución propuesta presenta la implementación de un plan enfocado en el mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos reduciendo scrap, imperfectos y mermas en el producto final, así mismo se logra reducir las cantidades de mantenimientos correctivos que producen pérdidas de tiempo en lo que respecta a la producción. Otra de las propuestas y mejoras fue la redistribución de planta, y gracias a ello se

logra un mejor flujo de material y producto en proceso porque las áreas de producción se localizan en un orden secuencial y los tiempos de traslado se ven amenorados significativamente.

AMES, Carolina. “Normativa para el diseño de interfaces gráficas de sistemas de automatización Industrial. Piura (2015)”. Tesis (Ingeniero industrial y de Sistemas). Perú: Universidad de Piura, facultad de ingeniería 2015. Pág. 22

En los comienzos del sistema Scada, la información se tenía en la PC central y se direccionaba a los demás equipos según lo necesite el trabajador o el área. Este tipo de Scada era de jefe-esclavo, ya que los equipos que solicitan dependían de la central del pc, que requería de datos o acciones. Actualmente, los principales elementos de Scada constan de un operario que coordina e interactúa con la interfaz que brinda la información obtenida por el elemento del dispositivo de entrada-salida; el cual, a su vez, se comunica o conecta con la unidad principal, la PC central que logra comunicarse con las unidades remotas que están comunicadas y conectadas con los sensores que captan siempre información permanentemente. El almacenamiento y procesamiento de la información se realiza internamente; esto es generado y logrado por el sistema mediante sensores y actuadores que están instalados en las áreas o líneas de producción de la planta. Estas acciones son recurrentes para el intercambio de información entre el sistema y usuario. En el ordenador, al ubicarse la aplicación del Scada, se utilizan herramientas de control y visualización para el manejo de control o información de los procesos industriales; esta comunicación entre equipos y usuarios se realiza gracias a redes de conexión corporativas, Ethernet. Gracias a la comunicación de Ethernet, se logra que se junten red administrativa con el sistema cuya consecuencia, se logra un procedimiento estratégico para la toma de decisiones globales y el mejoramiento de la planta. Esto se debe a que el sistema permite visualizar y obtener la información en los puestos superiores en el plano estratégico de la planta, sin necesidad de ir a cada equipo y obtener de la información rápida e inmediata.

## **Realidad Problemática (Costos de Producción)**

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

En esta investigación el marco teórico, es lo primordial por tal motivo la investigación, se esmeró en recolectar e identificar la bibliografía que se sustentó al trabajo, las teorías se presentan divididas en dos partes, una parte de la variable dependiente y la otra de la variable independiente.

### **1.3.1 Automatización:**

La variable independiente. Según Pérez y Merino (2017) Definición de automatización, la automatización se refiere a que determinadas acciones son automáticas. Actualmente en la informática y en la robótica se ha aumentado la importancia de la automatización de los procesos industriales.

Automatizar ofrece múltiples ventajas: minimiza los errores humanos, ahorra tiempo, trabajo interrumpido. Pero como aspecto negativo, siendo lo social, las máquinas automáticas que realizan estas actividades reemplazan a personas generando que pierdan su trabajo.

Otras ventajas de automatizar son las siguientes:

Mejora e incrementa enormemente la producción.

Permite que actividades, por su peligrosidad o criticidad, sean realizadas por máquinas y no por personas.

La automatización aporta en mejorar la seguridad de los trabajadores.

Disminuye el sobre esfuerzo del hombre.

Es primordial enfatizar, de muchas formas, la automatización es necesario de una supervisión o control de parte del hombre. No solo se requiere de la visualización directa y un contacto físico con las máquinas, es cotidiano que se utilicen software y programación informáticos para estas actividades.

### **BASES TEÓRICAS.**

#### **1.3.2 AUTOMATIZACIÓN.**

Es la acción de realizar los procesos o tareas, automáticamente los procesos se desarrollan por sí solos con la supervisión de un operador para visualizar que funcionen correctamente.

La automatización es implementada en la industria con referencia al sistema que permita que una máquina realice los procesos o trabajos sin la intervención del ser humano. La automatización nos permitirá ahorrar dinero y tiempo. En la actualidad la robótica y la informática según los avances tecnológicos han permitido a superar a grandes rasgos la automatización en innumerables sectores de la industria ya que se utilizan diversos conjuntos de máquinas que permitan la automatización de los procesos, en la automatización nos ofrece

varias ventajas como precisión desarrollo de tareas complejas o peligrosas, mejorará notablemente la producción, la calidad, eficacia del producto, la seguridad del personal, minimiza los esfuerzos del ser humano, a la vez como aspecto negativo, las máquinas que realizan estos trabajos reemplazan a las personas y por ende estas personas perderán el empleo si no se encuentran capacitadas para cumplir otras tareas.

### **1.3.3 La teoría del control. –**

Es como llevar un control de un sistema llamado referencia cuando uno o más variables de salida son modificadas, la cual necesitan seguir referencias sobre el tiempo que un controlador manipulara el ingreso para obtener como resultado lo que se desea del sistema. Esto puede ser alimentada negativamente conocido como (regulación auto balanceada) o puede ser alimentada positivamente (efecto circulo vicioso)

Según Bullón septiembre 2014, pág. 28

### **1.3.4 La Automatización industrial.**

llamado también, la automatización del griego antiguo auto, “controlado por uno mismo” es un conjunto de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos usados en la industria. Como una rama de la ingeniería más completa que un sistema de control, lo cual comprende la instrumentación industrial, los sensores, los transmisores, los sistemas de control y supervisión, cumplen la función de recolección de datos y las aplicaciones de un software en tiempo instantáneo para controlar y supervisar las operaciones de plantas o procesos industriales.

Según Bullón 2014, pág. 98

## **VENTAJAS DE LA AUTOMATIZACIÓN**

La mayoría de las empresas que realizan proyectos de automatización en diversos procesos se encuentran reconocidas en una buena posición de ventaja y competitivas de otras empresas del mismo rubro, como en operatividad y confiabilidad.

Los sistemas trabajan sin detención, de forma continua con la capacidad de mantener la demanda de la producción y los departamentos de Ingeniería tecnológica y sistemas informáticos.

La disposición del personal para mejorar y análisis en demás procesos que se requiere la producción continua.

Permite el control de todos los procesos de trabajo, facilitando los reportes del estado del producto terminado, en los procesos y futuros procesos automatizados.

## **DESVENTAJAS DE AUTOMATIZACIÓN**

Los empleados serán retirados de sus puestos de trabajo. Las empresas que automatizan los procesos tienden a generar puestos de trabajos para ello la empresa tiene que capacitar a sus empleados y los empleados ser capaces de enfrentar estos desarrollos tecnológicos los empleados deben ser eficientes y puedan aportar a proyectos y atender las necesidades de los clientes.

El costo de implementación de la automatización de un proceso implica una inversión inicial considerable, a su vez esta inversión será compensado con beneficios a corto plazos con productos terminados y cumpliendo demandas de los clientes.

La pérdida de tolerancia, la modificación de flujos de labores y procesos pueden afectar cierta severidad. Esto se puede mejorar con estudios y muestreos de proyectos y consultas lo que se requiere debe ser ofrecido por los proveedores de soluciones a los procesos que se requiere, del mismo modo se debe mejorar el producto automatizado se debe fijarse que el producto pueda modificarse con proyección de cambios y mejoras del producto para la organización en el futuro.

### **1.3.5 Indicadores eficiencia global de los equipos:**

El OEE es un indicador medible de la eficacia de la máquina industrial, es una herramienta importante dentro de una política de mejora continua. Para poder llevar un control en el proceso industrial surge la necesidad de cuantificar la eficiencia y la productividad de los procesos industriales. Teniendo en cuenta que lo que se mide puede ser gestionado y mejorado. El indicador OEE está en la capacidad de indicar mediante porcentajes la eficacia real de un proceso de producción. Siendo esto una parte clave para poder identificar y minimizar posibles ineficiencias que surjan durante el proceso de producción.

figura 8:Indicadores OEE.



El indicador OEE se calcula en base a tres aspectos:

$$OEE = \text{DISPONIBILIDAD} \times \text{RENDIMIENTO} \times \text{CALIDAD}$$

$$\% \text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{TIEMPO PRODUCTIVO}}{\text{TIEMPO DISPONIBLE}}$$

figura 9: Planificación y tiempo de producción planificado



### 1.3.5 IMPORTANCIA

La importancia de la investigación nos permitirá mejorar muchos más procesos que aquejan la deficiencia de la producción para que nos permita llegar a las metas y objetivos de la organización, en cada proceso que nos pueda permitir automatizar y mejorar la producción, la organización estará comprometida en apoyarnos ya que se obtendrá resultados favorables.

En su momento de tomar las decisiones planteamos las cuestiones pertinentes en la automatización de los procesos que nos retrasan y mejora continua de la producción.

Con la implementación de la automatización en la división de carbón nuestro procesos se transformaran en mejoras donde los errores humanos se minimizaran y con ello con llevaran un aumento de producción para nuestro productos terminados que es el cemento de buena calidad y precisión en cuanto a los resultados de satisfacer las necesidades de nuestros consumidores, los aportes de la automatización a nivel de conocimiento y mejoras en cada proceso serán prácticos y metodológicos y con ello con lleva a los resultados de las estadísticas de OEE según los cuadros que son analizados en los resultados de nuestro proyecto.

#### **1.4 Justificación del estudio**

Debido a las causas que se requiere en la implementación de la **Automatización** en la división de carbón para la mejora de indicadores OEE en una fábrica de cemento-lima se presentan debilidades y obstáculos.

Ya que el temor de muchas personas se manifiestan que la automatización es el reemplazo de los operarios por las máquinas y a su vez existe la disconformidad y malestar de los trabajadores de muchas empresas, en realidad el estudio de este proyecto es la implementación de la automatización en la efectividad, mejora y velocidad de los procesos en la industria para así lograr la alta eficiencia y calidad de los productos tal como se formula en la realidad problemática de nuestro proyecto la implementación de la tecnología nos permitirá ser competitivos en cuanto a nuestra producción en el mercado.

##### **1.4.1 Justificación teórica**

Permite aplicar conocimientos y dar soluciones al problema identificado de nuestro proceso el cual está orientado a la eficiencia y la eficacia del producto.



### **1.4.2 Justificación práctica**

Analiza los procesos y reemplaza los esfuerzos físicos y mentales desarrollados por el hombre, debido a los antecedentes identificados se puede determinar que nuestro tema de investigación cuenta con el sustento y respalda su aplicación en el proceso.

### **1.4.3 Justificación económica**

Esta investigación se justifica económicamente, debido a que se utiliza la tecnología electrónica de alta gama con equipos de última generación que permiten relacionar con el proceso continuo y el beneficio económico que obtendrá en corto plazo como implementación en el sistema de producción con la capacidad de controlar estándares de indicadores de eficiencia global de los equipos y ser líder en el mercado.

### **1.5 Problema general:**

¿La Automatización en la división de carbón mejora los indicadores de eficiencia general de los equipos en una fábrica de cemento-lima 2019?

### **1.6 Hipótesis.**

#### **1.6.1 Hipótesis general:**

La Automatización en la división de carbón mejora los indicadores de eficiencia general de los equipos en una fábrica de cemento-lima 2019.

#### **1.6.2 Hipótesis específicas:**

La Automatización en la división de carbón mejora la disponibilidad en una fábrica de cemento-lima 2019

La Automatización en la división de carbón mejora el rendimiento en una fábrica de cemento-lima 2019

La Automatización en la división de carbón mejora la calidad en una fábrica de cemento-lima 2019.

## 1.7 Objetivos

### 1.7.1 Objetivo general:

Automatizar en la división de carbón para mejorar los indicadores de eficiencia general de los equipos en una fábrica de cemento-lima 2019.

### 1.7.2 Objetivos específicos:

Automatizar en la división de carbón para la mejora de **disponibilidad** en una fábrica de cemento-lima 2019.

Automatizar en la división de carbón para la mejora de **rendimiento** en una fábrica de cemento-lima 2019.

Automatizar en la división de carbón para la mejora de **calidad** en una fábrica de cemento-lima 2019.

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación

#### 2.1.1 Tipo de investigación: Aplicada

En este tipo de diseño aplicada adoptado por el investigador debido a que se aborda la teoría de LA EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS, esté observa y analiza el panorama actual para intervenir a través de las variables independientes, creando una orientación a la mejora continua y a la eficiencia de las máquinas industriales.

#### 2.1.2. Diseño cuasi experimental

El esquema de este tipo de diseño se muestra a continuación:

Causa (variable independiente) efecto (variable dependiente)

X-----> Y

A Partir del diseño cuasi experimental se despliega la parte más específica que corresponde al utilizado en la presente investigación.

#### 2.1.3 Enfoque de investigación: Cuantitativo

Se trata de un solo grupo predeterminado, con un valor en el grado de la muestra es superior, en el antes y en el después. Su efectividad radica en estar en contacto directo con el problema lo cual se plasma en la realidad de la investigación. Emplearemos datos precisos para validar la hipótesis.

**V1: Automatizar en la división de CARBÓN (independiente x)**

**V2: mejorar los indicadores eficiencia global de los equipos (dependiente y)**

**Dimensiones V2:**

- Disponibilidad, Rendimiento, Calidad

## 2.3 Población y muestra

### 2.3.1 Población:

La investigación realizada tiene como población a la DIVISIÓN DE CARBÓN, conformado por 20 máquinas, que están involucradas en el proceso de molienda de carbón.

### 2.3.2 Muestra

La presente investigación tiene como muestra las máquinas principales de planta 1 de carbón los cuales son los más importantes porque condicionan el arranque de todo el proceso, si en caso falla uno todo el proceso se paraliza, integrados por:

Tabla 1: Maquinas principales en una molienda de carbón

cantidad	descripción
1	molino de bolas
2	prensas de rodillos
1	ventilador para gases calientes
1	trituradora de martillo
1	separadora

Fuente: Elaboración propia.

figura 10: Trituradora de martillos



Fuente: fábrica de cemento.

figura 11: Exhaustor



figura 12: Molino de bolas.



Fuente: [https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/5547/mod\\_resource/content/1/Tema\\_4\\_-\\_Molienda\\_I\\_.pdf](https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/5547/mod_resource/content/1/Tema_4_-_Molienda_I_.pdf)

#### **2.4 Técnicas, instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

Para recolectar datos es primordial diseñar un programa detallado de métodos que nos permiten acumular datos con un objetivo definido a lograr.

#### **2.4.1 Técnicas.**

Observación de campo y análisis documental. Recolección de información de los tiempos de operación de las máquinas, las paradas imprevistas por fallas, los consumos y picos de corriente en su arranque y los gastos que originan las paradas no programadas.

#### **2.4.2 Instrumento de recolección de datos**

Los registros de datos observables se recabarán a través de un instrumento de medición conveniente que personaliza los conceptos y variables que el investigador viene ejecutando para el actual trabajo de investigación se emplea la ficha de recolección de datos.

#### **2.4.3 Confiabilidad**

La confiabilidad del presente trabajo de investigación con respecto a los datos recolectados es muy confiable, debido a que se posee un sistema automatizado integrado a una red industrial el cual nos brinda datos en tiempo real y en los casos que el sistema no se encuentre integrados a la red se envía operarios a realizar registros de las máquinas.

### **2.5 Método de análisis de datos**

#### **2.5.1 Análisis descriptivo**

La presentación de medidas, diagramas y gráficos serán empleados a través de análisis descriptivo, facilitando la recolección de datos, organizarlos y presentarlos, para identificar las necesidades y carencias del problema.

#### **2.5.2 Análisis Inferencial**

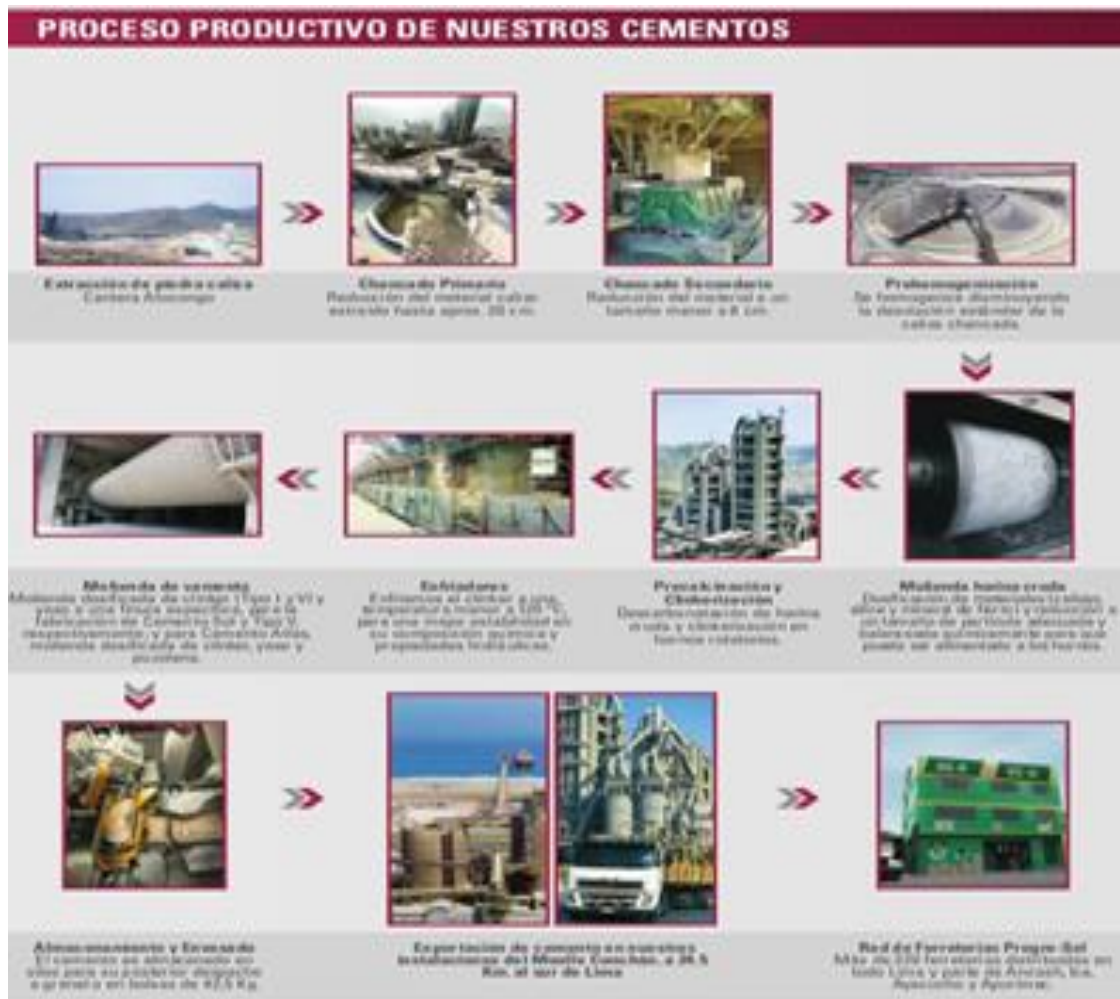
La estadística inferencial nos permite justificar la tesis teniendo como inicio la prueba de la hipótesis, teniendo como fundamento la estadística, comprobando la propuesta que brindamos para dar solución al problema, empleamos datos cuantitativos para su comprobación.

La estadística inferencial nos posibilita demostrar que la hipótesis es verdadera o falsa. El uso de la estadística inferencial corresponde a los datos recolectados antes y después de aplicar la automatización para mejorar los indicadores de calidad, disponibilidad y rendimiento.

## 2.6 Propuesta de Mejora

En la fabricación del cemento en UNACEM intervienen varias operaciones y subprocesos. Partiendo desde la etapa de explotación de la piedra caliza en las canteras, luego pasa por la etapa de zarandas y chancadora secundaria hasta el almacenamiento en los silos de caliza.

figura 13: Proceso productivo del cemento



Fuente: Tesis para grado de magister: Diagnóstico Operativo Empresarial de la Empresa Unión Andina de Cementos S.A.A. – UNACEM.

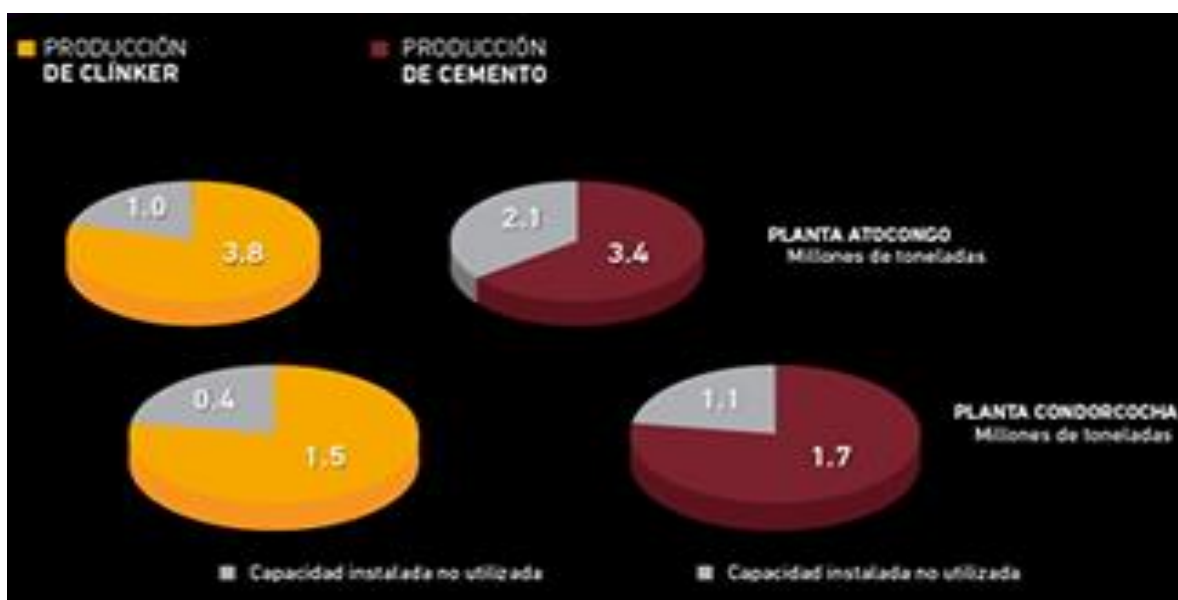
Luego del almacenamiento en los silos de caliza pasa por el proceso de prensado con rodillos para después ser transportado a los silos de crudo. Posteriormente ingresa a un horno horizontal giratorio pasando por un proceso de clinkerización a 1600 grados Celsius transformándose la piedra caliza en Clinker y siendo almacenado en una cancha circular.

Ante este panorama el equipo más crítico es el horno horizontal giratorio el cual al inicio de su proceso es calentado por el cañón del horno, el cual comprende de una sonda que dispara una combinación de petróleo, carbón a alta presión. Cuando se alcanza una temperatura de 600 grados Celsius el horno empieza a girar con los motores principales, por medio de variadores de frecuencia, teniendo un control más óptimo de los motores, iniciando un giro lento y mientras el calor se va acumulando va el horno va girando con mayor velocidad.

Como se mencionó el cañón del horno utiliza el carbón como medio combustible para mantener su llama y por consecuencia su temperatura óptima para el proceso de clinkerización. El carbón usado para el cañón del horno ha pasado previamente por un proceso de molienda por medio de un molino de bolas o una prensa de rodillos. Pero la planta de carbón tiene deficiencias con paradas imprevistas, demoras en el arranque y consumo excesivo de energía eléctrica al momento de reiniciar el proceso.

Por consecuencia el horno pierde potencia en energía calorífica llevando a reducir la producción en clinkerización y en un balance a grueso modo se evidencia una capacidad instalada ociosa porque no se explota al máximo la capacidad instalada siendo limitada por una sub operación de molienda de carbón.

figura 14: Indicadores de producción de cemento 2018



Fuente: ASOCEM, archivo de reporte estadístico 2018



figura 15: Equipos antiguos y obsoletos



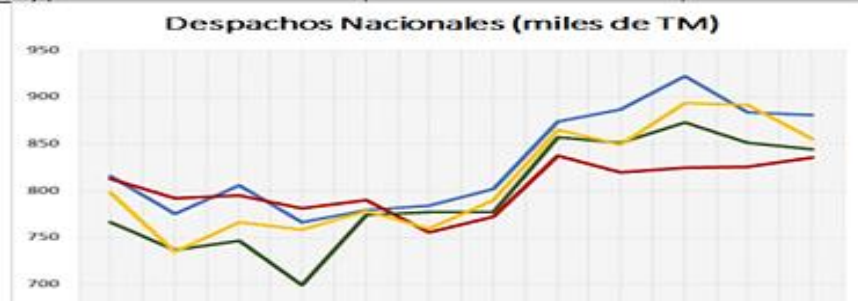
Fuente: <https://automatizacion.com.es/migracion-simatic-s5-a-s7/>

Tabla 2: Resumen de indicadores

## Resumen de Indicadores

(En Miles de TM)

Mes	Producción			Despacho Local			Despacho Total		
	2018	2017	Var %	2018	2017	Var %	2018	2017	Var %
Enero	802	800	0.2%	798	767	3.9%	827	796	4.0%
Febrero	751	766	-1.9%	735	737	-0.2%	756	763	-0.9%
Marzo	821	788	4.2%	767	747	2.6%	791	775	2.0%
Abril	776	740	4.8%	759	699	8.6%	783	730	7.2%
Mayo	807	781	3.4%	778	774	0.6%	804	797	0.9%
Junio	790	809	-2.5%	760	777	-2.1%	782	802	-2.5%
Julio	818	827	-1.2%	790	777	1.8%	809	812	-0.4%
Agosto	897	873	2.8%	865	857	0.9%	886	880	0.6%
Septiembre	878	884	-0.7%	849	851	-0.2%	870	884	-1.7%
Octubre	903	922	-2.0%	894	873	2.5%	915	912	0.3%
Noviembre	901	892	1.0%	892	851	4.9%	913	888	2.9%
Diciembre	906	898	0.9%	855	845	1.2%	874	876	-0.3%
<b>TOTAL (12 meses)</b>	<b>10,049</b>	<b>9,980</b>	<b>0.7%</b>	<b>9,743</b>	<b>9,554</b>	<b>2.0%</b>	<b>10,008</b>	<b>9,915</b>	<b>0.9%</b>



Fuente: ASOCEM, archivo de reporte estadístico 2018

La propuesta de mejora es automatizar la planta de carbón con un sistema SCADA (control y adquisición de datos) para tener un mejor control, un proceso continuo más prolongado, menos costos de producción y menos usos de recursos.

Tabla 3: Consumo de carbón en UNACEM 2018

ODP - CARBÓN	Acum.	Mensual	Acum.	Anual
<b>CARBÓN PREHOMOGENIZADO</b>				
Faja transportadora hacia PH- CARBÓN				
CARBÓN NACIONAL		13.009	13.009	
CARBÓN IMPORTADO		13.009	13.009	
<b>Total</b>		<b>26.018</b>	<b>26.018</b>	
CARBÓN NACIONAL		50.00%	50.00%	
CARBÓN IMPORTADO		50.00%	50.00%	
<b>Total</b>		<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	
<b>COMBUSTIBLE SÓLIDO</b>				
<b>MOLINO DE BOLAS DE PLANTA 1 - CARBÓN</b>				
CARBÓN PREHOMOGENIZADO		14.034	14.034	
<b>Total</b>		<b>14.034</b>	<b>14.034</b>	
CARBÓN PREHOMOGENIZADO		100.00%	100.00%	
<b>Total</b>		<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	
<b>MOLINO DE BOLAS DE PLANTA 2 - CARBÓN</b>				
CARBÓN PREHOMOGENIZADO		10.639	10.639	
<b>Total</b>		<b>10.639</b>	<b>10.639</b>	
CARBÓN PREHOMOGENIZADO		100.00%	100.00%	
<b>Total</b>		<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	

Mediante los resultados indicados en el análisis descriptivo de productividad de 56 % a 80 %. El incremento corresponde a 24 %.

figura 16: Análisis termográfico carbón 2019

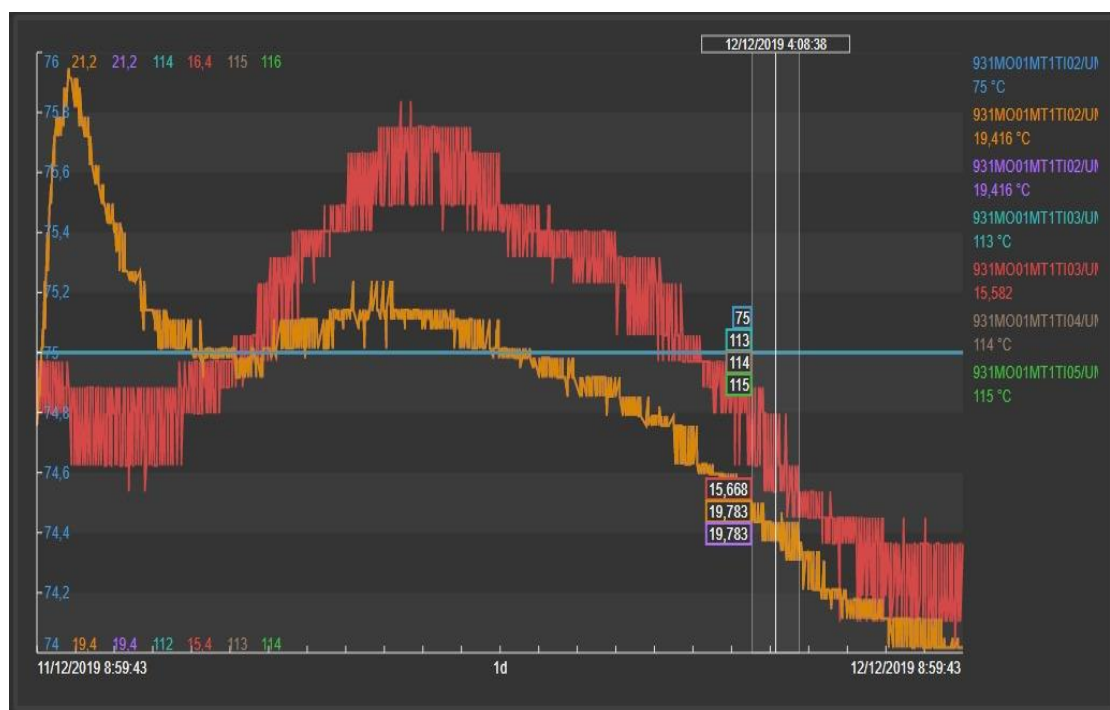


figura 17: Análisis termográfico de los equipos de carbón.

Se logra un mejor control de los equipos distribuidos en planta, con un diagnóstico de fallas en tiempo real, llegando a prever las paradas y revisar más eficazmente los equipos,

implementando un programa de mantenimiento preventivo y reduciendo de 70% a 20 % las intervenciones los mantenimientos correctivos o fallas que generaban la parada de producción.

figura 18: Análisis de estados económicos-financieros UNACEM 2019



Fuente: Memoria anual 2019 UNACEM SAA

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1 Análisis descriptivo**

Es una exposición de diagramas y medios gráficos que se requiere para determinar las variables, de igual manera nos permiten recolectar datos cuantitativos.

##### **3.1.1 Variable: Automatización**

##### **3.1.2 Dimensión 1: Disponibilidad**

Con la implementación de la automatización tenemos más disponible los equipos, resultando beneficioso para la producción, las fallas que se presentan son más rápidas de ser diagnosticadas y detectadas, en caso de parada imprevista se inicia más rápido el proceso sin detener las demás máquinas.

##### **3.1.3 Dimensión 2: Rendimiento**

Con la automatización de la planta carbón 1, e integrarlo a la red industrial ,permite que se lleve un monitoreo más exacto en tiempo real y en caso se requiera hacer cambios en el proceso o direccionar a otras alternativas de molienda, se pueda proceder, ya las programaciones de mantenimiento son más flexibles porque las máquinas se paran por falla con menor frecuencia, evitando que se deterioren las bobinas, rodamiento y cojinetes de las maquinarias, en suma a todos los beneficios se logra un rendimiento mayor de las máquinas.

##### **3.1.4 Dimensión 3: Calidad**

El proceso de molienda de carbón también lleva un control de calidad en cada una de sus operaciones, contando con un laboratorio de control de calidad, con los resultados luego de la implementación de la automatización se refleja que la calidad del proceso es mayor en comparación de años anteriores, se logra una mayor calidad porque el proceso es constante y se evita que el material recircule por la separadora y se combine con otros elementos contaminantes producto de un carbón de menor calidad.

#### **IV. Discusión**

1.- En la tesis “Proyecto de Automatización con PLC Siemens y Scada en Matlab mediante comunicación OPC para un sistema de mecanizado de piezas de control de velocidad de un motor de Corriente Continua”. Domínguez señala el propósito principal es disminuir los costos de producción en tiempo y efectividad. Se realizó en primer lugar un diagnóstico del proceso productivo a través de herramientas como lluvia de ideas, análisis documentadas y encuestas encontrando como principal problema la ineficiencia, la baja productividad y el aumento de costos en el proceso de mecanizado de piezas. Se utilizó el PLC Siemens S7-1200, SCADA de mucha eficiencia y gran versatilidad logrando mejorar métodos y procedimientos y sobre todo un ahorro de tiempo desarrollando los productos de mejor calidad. Este tipo de estudio electrónico es cuantitativo, explicativo y descriptivo, adaptado a un diseño cuasi experimental, para lograr un proceso de alta eficiencia y calidad lo que se requiere en la industria.

2.-Del antecedente de los autores Diego Chamorro y Carlos Acosta en la tesis (título de ingeniero electrónico, control y redes industriales) titulada “implementación de un sistema de automatización para el incremento del OEE en un pulpo serigráfico. lograr determinar los parámetros a mejorar, logrando como resultado la medición del OEE del pulpo serigráfico manual siendo éste de 25,04%. Es por este motivo y para dar solución se implementó un sistema de automatización con el objetivo de mejorar la Eficiencia Global del Equipo (OEE). Para ello se analizó y seleccionó para lograr su implementación los siguientes materiales: rodamientos angulares y lineales, estructuras metálicas, electro válvulas, controlador lógico programable (PLC) con un módulo de expansión de salidas, sensores mecánicos y magnéticos de posición, relés, y botonera de mando y pistones neumáticos. Se empleó la plataforma TIA Portal para la programación del sistema de control; el software NI OPC Server permitió lograr la comunicación entre el interfaz y el Plc Hombre- Máquina (HMI). Luego de lograr la implementación del sistema en automático se experimentó con diferentes y variadas configuraciones en los pistones y actuadores y del programa lógico del PLC, logrando como resultado un OEE= 68,48%. Como resultado se logró un incremento del 43,44%.

3.- Realizando el contraste de similitud de resultados con respecto a la productividad, se refiere a la tesis de María Gonzales, “Diseño y Plan de Implementación de un Sistema MES en la compañía P&G”, ante la necesidad de lograr aumentar la producción de uno de los destacados productos de la empresa Procter & Gamble (P&G) en la sección de ambientadores. Para desarrollarlo se necesita implementar el software más moderno y avanzado que permita contribuir a modernizar de manera más segura y efectiva el proceso de producción. Aumentar

la producción real obtenida Aumentar el tiempo de producción de la Línea. Los resultados más importantes en seis meses de funcionamiento del Sistema MES fueron: - El Planes, (paradas planificadas), pasaron de 15,2% a 8,8%. Las paradas no planificadas, pasaron de 24,5% a 6,5%. - El indicador OEE pasó del 60,3% a un 84,8%... En resumen, tanto las dos finalidades, como los objetivos primarios y secundarios del proyecto se consiguieron de forma gradual, paso a paso, satisfactoria y eficiente, habiendo invertido 79 477,8 euros.

## **V. Conclusiones**

Se concluye que si se aplicaría la Automatización en la división de carbón para la mejora de indicadores de eficiencia general de los equipos en una fábrica de cemento se incrementaría la disponibilidad de los equipos, mediante los resultados proyectados en el análisis descriptivo de productividad del 56 % a 80 %, los resultados proyectados luego de aplicar la automatización. El incremento corresponde a 24 %.

De igual forma, teniendo como referencia estudios de otras implementaciones en automatización el indicador de rendimiento proyectado pasó del 60, 3% a un 84,8% demostrando una similitud con nuestro trabajo de investigación.

Se concluye que al aplicar la automatización se logra un mejor control de los equipos distribuidos en planta, con un diagnóstico de fallas en tiempo real, llegando a prever las paradas y revisar más eficazmente los equipos, implementando un programa de mantenimiento preventivo y reduciendo de 70% a 20 % las intervenciones los mantenimientos correctivos o fallas que generaban la parada de producción. En suma, garantizando la calidad del proceso.

## **VI. Recomendaciones**

Al culminar el trabajo de investigación y demostrando que la aplicación de la automatización en la división carbón se registraría un incremento sustancial en los aspectos de eficiencia, rendimiento y calidad, por lo que se indica lo siguiente:

Que la aplicación de la automatización favorece sustancialmente en la disponibilidad de los equipos, llevando un control real y en directo para poder diagnosticar futuras fallas en los equipos, si se aplicase la automatización se recomienda llevar un seguimiento constante al momento durante los inicios de la implementación y corregir y/o mejorar las condiciones de arranque de los equipos.

Para el desarrollo constante del rendimiento programar mantenimientos predictivos en los aspectos de termografía y vibraciones de las máquinas para así prolongar la vida útil de las maquinarias.

Realizar continuos análisis en la calidad de la producción de molienda de carbón por medio de un laboratorio de control de calidad, siendo en conjunto con análisis de gases y análisis de partículas las actividades complementarias en el diagnóstico de la calidad.



## **REFERENCIAS**

**MACHADO, Jaime.** Automatización de los procesos productivos en la planta II división partes y piezas para la empresa Indurama S.A. Tesis de Maestría en gestión tecnológica, Cuenca 2010 pág.60 indicadores.

**DOMÍNGUEZ, David.** Proyecto de Automatización con PLC Siemens y Scada en Matlab mediante comunicación OPC para un sistema de mecanizado de piezas de control de velocidad de un motor de Corriente Continua Valencia. Tesis (Título de ingeniería en Tecnologías Industriales). España: Universidad Politécnica de Valencia. 2018-2019.

**CHAMORRO Diego, ACOSTA Carlos.** Estudio e Implementación de un Sistema de Automatización para el Incremento del OEE en un Pulpo Serigráfico. Riobamba. Tesis (Título de Ingeniería Electrónica, Control y Redes Industriales). Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.2016.

**GONZÁLES, María.** Diseño y Plan de Implementación de un Sistema MES en la compañía P&G. universidad politécnica de Catalunya. España.2015.

**CRUZ, Gerardo.** Automatización de estación para remachado de componentes. Tesis (Título de Tecnólogo en Mecánica). México: Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial, 2017.

**RUIZ, Felipe.** Automatización de una Estación de Barrenado. Santiago de Querétaro. Tesis (Especialidad de Tecnólogo de Mecánica). México: Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial .2017.

**BANCES, Luis.** Aplicación de un Sistema de Indicadores de Efectividad Global de equipos y su incidencia en el mejoramiento del proceso de fabricación de puntas de bolígrafos. Lima. Tesis (Título de ingeniero Industrial). Perú: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2017.

**GAMARRA, Roy.** Automatización con PLC de la Línea de Distribución de Productos de una Empresa de Cosméticos. Tesis (Título de Ingeniero Electrónico) Lima: Universidad Tecnológica del Perú. 2016.

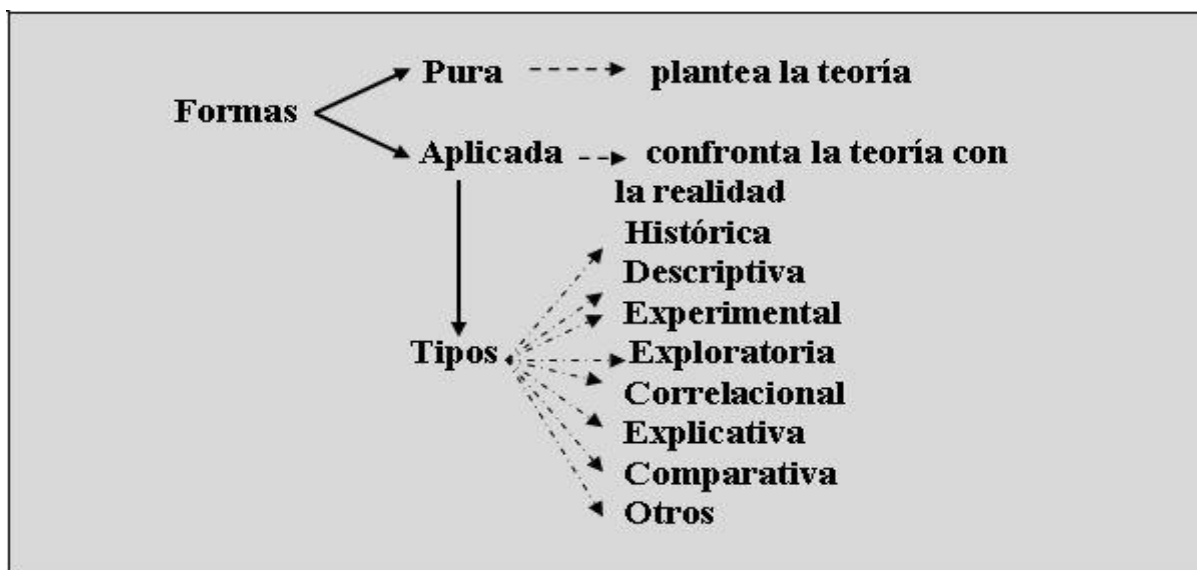
**OTAROLA, Sofía.** Análisis, diagnóstico y propuesta de mejora en el área de producción y almacén de una empresa dedicada a la fabricación de calcetines. Lima (2016). Tesis (ingeniero industrial). Lima: Universidad católica del peru.2016.

**AMES**, Carolina. Normativa para el diseño de interfaces gráficas de sistemas de automatización Industrial. Piura (2015). Tesis (Ingeniero industrial y de Sistemas). Perú: Universidad de Piura, facultad de ingeniería 2015. Pág. 22

**INGA**, Jean Carlos Mejora de la eficiencia global de los equipos en líneas de envasado usando metodología TPM en industria de productos lácteos. (2017). Tesis (Ingeniería Industrial) Lima Perú, Universidad de Ingeniería y Tecnología

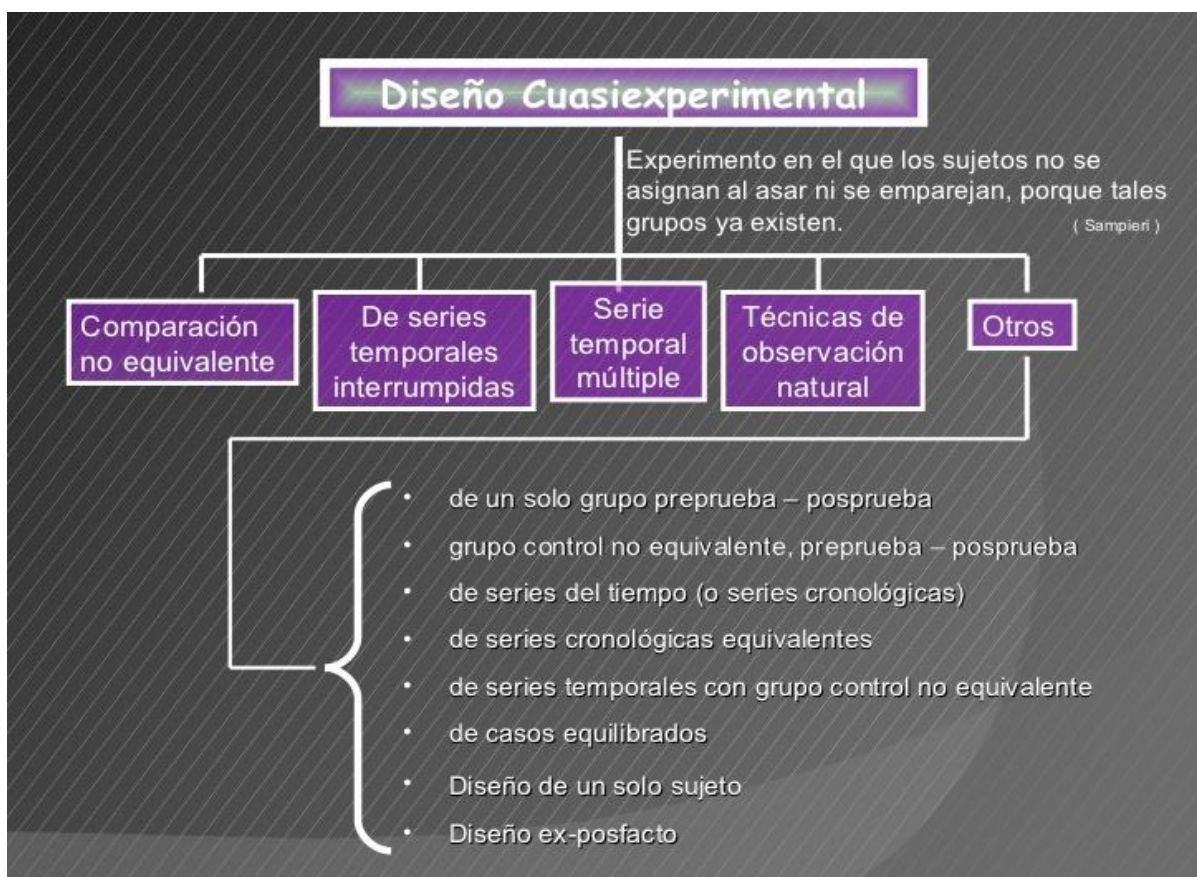
ANEXOS

figura 19: Tipos de investigación



Fuente: <https://sites.google.com/site/tallerdeinvestigacionnava/1-1-investigacion-pura-y-aplicada>

figura 20: Diseño cuasiexperimental



Fuente: <https://es.slideshare.net/metodos251/diseo-cuasiexperimental>

figura 21: Producción e importación de cemento PERU 2001-2009



Fuente: congreso.gob.pe. PANORAMA\_apoyo\_con.pdf

figura 22: Empresas cementeras y su zona de influencia.

EMPRESAS	ZONA DE INFLUENCIA
Cemento Andino	Sierra Central, Selva y parte de la Región Lima.
Cementos Lima	Lima. Capital del Perú.
Cementos Pacasmayo	Chiclayo, Trujillo, Piura y Cajamarca.
Cementos Yura	Arequipa, Cuzco, Tacna y Moquegua.

Fuente: monografias.com/trabajos58/mercado-cemento/mercado-cemento2.shtml

figura 23: Importación de cemento 2016 al 2019



Fuente: <https://www.paginasiete.bo/economia/2019/5/7/importacion-de-cemento-baja-en-63-por-la-produccion-local>

figura 24: Enfoque cuantitativo

## Enfoque cuantitativo

### Características

- Mide fenómenos
- Utiliza estadística
- Prueba hipótesis
- Hace análisis de causa-efecto

### Proceso

- Secuencial
- Deductivo
- Probatorio
- Analiza la realidad objetiva

### Bondades

- Generalización de resultados
- Control sobre fenómenos
- Precisión
- Réplica
- Predicción

Fuente: <https://www.goconqr.com/slide/14219385/enfoques-cuantitativo-y-cualitativo-de-la-investigacion>

figura 25: Formula de muestra finita

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{NE^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Z=Nivel de confianza  
N=Población-Censo  
p= Probabilidad a favor  
q= Probabilidad en contra  
e= error de estimación  
n= Tamaño de la muestra

Fuente: <http://hachepe57.blogspot.com/2010/05/1-calculo-del-tamano-de-la-muestra.html>



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, TRINIDAD RAMOS LUIS ALBERTO, JARA MORENO FLOR MARIA, HUAMAN CARHUALLANQUI CARLOS y PEÑA ESPINOZA BERNARDO, estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "AUTOMATIZACIÓN EN LA DIVISIÓN DE CARBON PARA LA MEJORA DE INDICADORES OEE EN UNA FÁBRICA DE CEMENTO-LIMA 2019", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
TRINIDAD RAMOS, LUIS ALBERTO <b>DNI:44324451</b> <b>ORCID 0000-0001-5667-4643</b>	
JARA MORENO, FLOR MARIA <b>DNI:41678346</b> <b>ORCID 0000-0002-7334-6526</b>	
HUAMAN CARHUALLANQUI, CARLOS <b>DNI:20119214</b> <b>ORCID 0000-0002-8118-7078</b>	
PEÑA ESPINOZA, BERNARDO <b>DNI:09907678</b> <b>ORCID 0000-0001-8868-293X</b>	