



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Implementación de Sistema SCADA en la Sala de Calderos para
Mejorar el Rendimiento de la Empresa Papelera, El Agustino -
2021.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:

Barrios Chevez, Edinson David (ORCID: 0000-0002-3743-5011)

Chauca Velásquez Gregory Greco (ORCID: 0000-0001-9079-0605)

ASESOR(A):

Mg. Añazco Escobar, Dixon Groky (ORCID: 0000-0002-2729-1202)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Este proyecto de titulación está dedicado a mis padres y al amor de mi vida, que en todo el trayecto académico estuvo a lado mío, apoyándome y motivándome para así poder alcanzar mis objetivos. Dios nos llene de bendiciones y muchos años más de vida para poder disfrutar juntos el éxito de esta meta lograda.

Chauca Velasquez Gregory Greco

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo a DIOS que me ha dado la vida, la perseverancia y la fortaleza para terminar este proyecto de investigación. a mi familia que siempre están ahí presentes en los momentos buenos y en las situaciones difíciles, como lo es mi esposa Siria Renee Odar Arroyo y a mis hijos Daysi Marisol Barrios y Zelin Barrios.

Barrios Chevez, Edinson David

Agradecimiento

Agradezco a Dios por la vida que me ha brindado y la oportunidad de tener junto a mí a personas muy valiosas. A mi pareja que siempre estuvo a mi lado apoyándome y aconsejarme en este largo camino.

A la escuela de Ingeniería Industrial de Cesar Vallejos por bríndame la oportunidad de recibir los conocimientos en sus instalaciones. A todos los ingenieros que conforman la plana docente y que he tenido la oportunidad de conocer, por todo el conocimiento que con mucho acierto me han sabido transmitir.

Chauca Velasquez Gregory Greco

Agradecimiento

Agradezco el apoyo recibido de mis padres ENRRIQUE BARRIOS SANTOS Y MARY CHEVEZ CHAVEZ, quienes con sus enseñanzas pudieron aportar y nutrirme de conocimiento valiosos. Como es el respeto el amor y la humildad.

Agradezco al docente Añazco Escobar, Dixon Groky quien apoyo con su arduo conocimiento en esta materia, y a la universidad cesar vallejo por permitirme ser parte de su prestigiosa institución.

Barrios Chevez, Edinson David

Índice de contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de Gráficos	v
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA	15
3.1 Tipo y Diseño de Investigación	15
3.2 Variables y operacionalización.....	16
3.3 Población, muestra y muestreo.....	19
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5 Procedimiento	23
3.6 Método de análisis de datos.....	25
3.7 Aspectos éticos	25
IV. RESULTADOS	26
V. DISCUSIÓN.....	32
VI. CONCLUSIONES	34
VII. RECOMENDACIONES.....	34
REFERENCIAS.....	35
ANEXOS.....	40

Índice de tablas

Tabla 1: Lista de Componentes de caldero york.	8
Tabla 2: Prueba de V Aiken.....	21
Tabla 3: Prueba de confiabilidad de las variables independiente y dependiente	22
Tabla 4: Confiabilidad por cada Dimensión	23
Tabla 5: Resumen de estadística descriptiva Pre Implementación.	26
Tabla 6: Resumen de estadística descriptiva Post Implementación.....	26
Tabla 7: Prueba de Normalidad.....	27
Tabla 8: Prueba de Correlación.....	28
Tabla 9: Prueba de Hipótesis específica 1	29
Tabla 10: Prueba de Hipótesis específica 2	30
Tabla 11: Prueba de Hipótesis General	31

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Comportamiento del PBI.....	1
Gráfico 2:Diagrama de enfoque sistémico del problema.	3
Gráfico 3: Caldero pirotubular	8
Gráfico 4: Componentes de Caldero (1).....	9
Gráfico 5: Componentes de caldero (2)	9
Gráfico 6: Representación de proceso de papel	11
Gráfico 7: Proceso productivo de una industria de papel.	12
Gráfico 8: Sección de secado de papel.....	13
Gráfico 9: Flujograma de implementación	24

Resumen

La investigación implementación de un sistema SCADA en la Sala de Calderos para Mejorar el Rendimiento de la Empresa Papelera, El Agustino – 2021 tuvo como objetivo mejorar la Calidad reduciendo los productos no conformes por humedad bajo las dimensiones de supervisión y el control adecuado del abastecimiento de vapor de los calderos hacia el secador en la temperatura solicitada y a reducir los costos unitarios de la producción, la investigación se desarrolló en un periodo de 4 meses pre y 4 meses post con un enfoque cuantitativo de diseño pre experimental donde la muestra son los 4 calderos y las bobinas de papel se aplicó la técnica de observación directa y se recopiló los datos por medio de formatos de observación que posteriormente se analizó por medio de la estadística descriptiva obteniendo como resultado una mejora de productos conformes en 5.47% y en la mejora del costo unitario en un 4.93% y por ende una mejora en el rendimiento de la empresa de 5.2% significando un ahorro de \$ 53 949.79 dólares, los datos presentaron una distribución paramétrica y los resultados son significativos de acuerdo a la comprobación de las hipótesis.

Palabras claves: Caldero, secador, Calidad, Costos, SCADA

Abstract

The research implementation of a SCADA system in the Boiler Room to Improve the Performance of the Paper Company, El Agustino - 2021 aimed to improve Quality by reducing non-conforming products due to humidity under the supervision dimensions and adequate control of the provision of steam from the boilers to the dryer at the requested temperature and to reduce unit production costs, the research was developed in a period of 4 months pre and 4 months post with a quantitative approach to pre-experimental design where the sample is the 4 boilers and the paper reels, the direct observation technique was applied and the data was collected through observation formats that were later analyzed through descriptive statistics, obtaining as a result an improvement of conforming products in 5.47% and in the improvement of the cost unit by 4.93% and therefore an improvement in the company's performance of 5.2%, meaning a saving of \$ 53,949.79, the data presented a parametric distribution and the results are significant according to the verification of the hypotheses.

Keywords: Boiler, dryer, Quality, Costs, SCADA

I. INTRODUCCIÓN

La Industria del papel y cartón es producida a nivel mundial, de acuerdo a registros publicados por Food and Agriculture Organization of the United Nations. (FAO) (Productos Forestales 2017, 2019, págs. 359-361) en el año 2017, Asia representó el 47% de la producción mundial, Europa (23%), América del Norte (22%) y América Latina (6%), de las cuales China lidera la producción con 68 450 millones de TM, seguido de EE.UU con 48 958 millones de TM y en tercer lugar Japón 12 183 millones de TM. (GARSIDE, 2020) indica que en el 2018 se consumió 421,88 millones de toneladas métricas de papel y china es el mayor consumidor con 110 millones de toneladas métricas.

Por otra parte, Latinoamérica es representada por Brasil con una producción de 6 206 millones de TM mientras que Perú produjo 838 millones de TM.

La industria de papel en el Perú ha ido creciendo en los últimos 10 años, pero en el 2019 sufrió una caída de 8.8% con respecto al año 2018 como se puede apreciar en el grafico 01

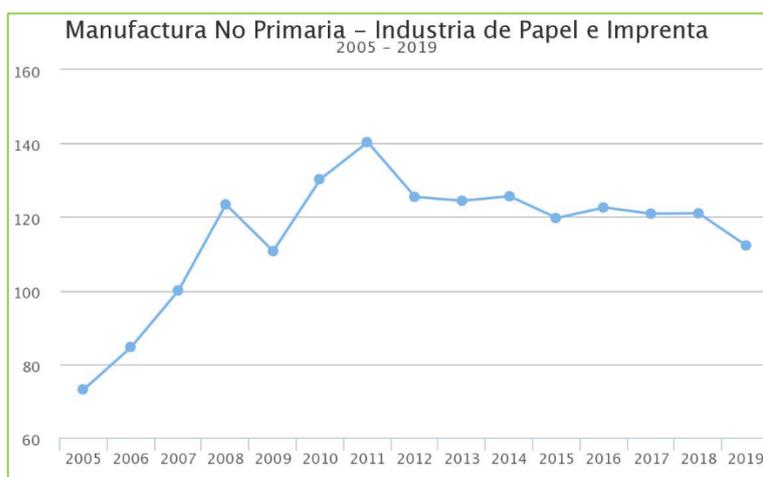


Gráfico 1: Comportamiento del PBI

Fuente:

<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/PM14196A/A/html>

La empresa Papelera de estudio se ha fortalecido en el tiempo impulsando aumento de la demanda y la buena gestión y liderazgo de la organización, aun así, actualmente la empresa aun presenta deficiencias respecto a la automatización de

equipos que le permita ser más flexibles en los tiempos de reacción referente a las calibraciones de calderos en la que los operarios tienen que realizar para aumentar las presiones y temperaturas requeridas para generar mayor vapor y puedan alimentar la demanda de los secadores del proceso productivo de papel lo cual repercute muchas veces en bobinas de papel húmedas que se categorizan como productos no conformes, teniendo en cuenta que la empresa produce 1TM de papel por cada 15min, la cual es el tiempo actual de respuesta de área de calderos cuando se detecta una pérdida de abastecimiento de vapor a los secadores

Expuesto esta problemática para poder dar solución se pretende implementar un sistema SCADA la cual permitirá controlar los parámetros del caldero de manera remota y de acuerdo a la necesidad productivas con la finalidad de supervisar, controlar y corregir los parámetros como presión, temperatura, flujo de agua que alimenta al caldero de manera inmediata, permitiendo reducir los productos no conformes y costos de producción en cuanto a consumo de energía, mano de obra y costos de productos no conformes, que en el último año ha ascendido a \$253 125.00 dólares.

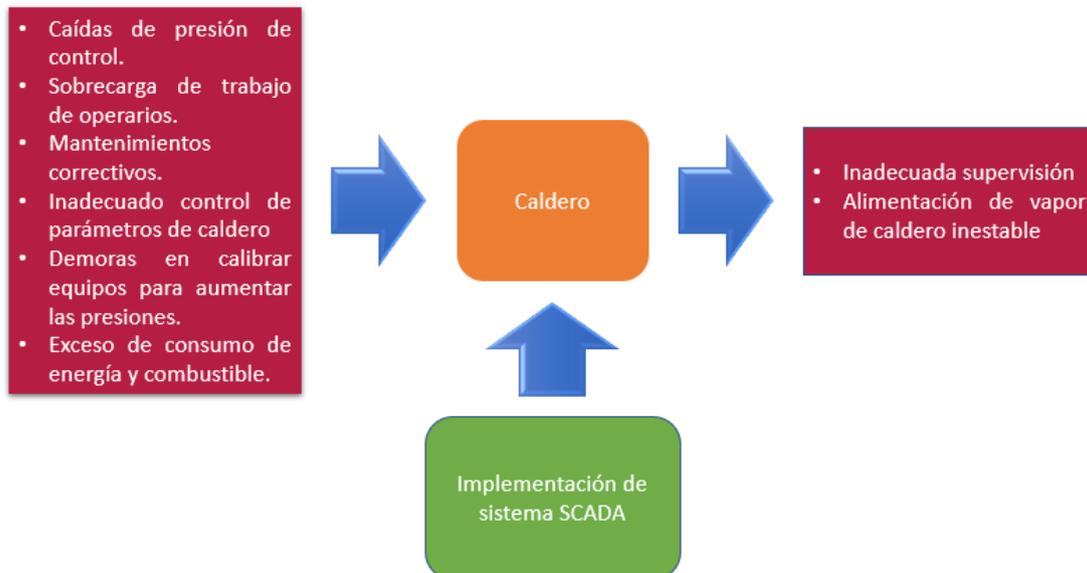




Gráfico 2: Diagrama de enfoque sistémico del problema.

Fuente: Elaboración propia.

Problema General: ¿De qué manera la implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos mejora el rendimiento de una empresa papelera, El Agustino - 2021?

Problema específico 01: ¿En qué porcentaje la implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos mejora la calidad de los productos de una empresa papelera, El Agustino - 2021?

Problema específico 02: ¿En qué proporción la implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos mejora los costos de una empresa papelera, El Agustino - 2021?

Justificación del proyecto:

De acuerdo a (BAENA PAZ, 2017, pág. 59) justificar es la acción de fundamentar o respaldar una propuesta donde se analiza el grado de inversión de recursos evaluando el grado de importancia de la persona o institución. Y responde preguntas como ¿Qué beneficios prácticos aporta? o ¿Justifica el dinero que se invierte? Partiendo de ello se plantea.

Justificación practica: Porque pretende resolver a través de una automatización de los calderos implementando un sistema SCADA, para controlar los parámetros de los mismos y mejorar el correcto abastecimiento de vapor exigido por el área productiva con la finalidad de reducir productos no conformes y costos las cuales son fundamentales para aumentar el rendimiento de la empresa papelera y ser competitivo en el mercado.

Justificación económica: El proyecto de investigación se justifica económicamente porque pretende mejorar el Rendimiento de una empresa papelera en cuanto a la reducción de costos, al reducir los productos no conformes provocados por el abastecimiento inadecuado de vapor por una deficiente supervisión y control de la demanda productiva, a través de la implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos donde se aplicará una supervisión y control para mejorar el abastecimiento de vapor al secador, se pretende mejorar reduciendo los productos no conformes en un 80% al finalizar el año 2021, lo que significara en dinero alrededor de \$120.000 dólares las cuales justificarían la inversión del proyecto.

Justificación Metodológica: porque se establecerá una metodología en el área de calderos estandarizando los parámetros a través del uso de la automatización, para un adecuado abastecimiento de vapor al área de secado las cuales podrán servir para próximas investigaciones.

Hipótesis General: La Implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos mejora el rendimiento de una empresa papelera, El Agustino - 2021

Hipótesis Específico 01: La implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos mejora la calidad de los productos de una empresa papelera, El Agustino - 2021

Hipótesis Específico 02: La implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos mejora los costos de una empresa papelera, El Agustino - 2021

Objetivo General: Determinar de qué manera la Implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos mejorará el rendimiento de una empresa papelera, El Agustino - 2021

Objetivo Específico 01: Determinar en qué porcentaje la implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos mejorará la calidad de los productos de una empresa papelera, El Agustino - 2021

Objetivo Específico 02: Determinar en qué proporción la implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos mejorará los costos de una empresa papelera, El Agustino - 2021

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales tenemos a (ORTIZ CENTENO , 2020) en su tesis plantea realizar una reingeniería en el caldero N°4 de una planta cervecera la cual consiste en implementar un sistema SCADA con la finalidad de evitar interrupciones largas de la caldera, la investigación obtuvo los siguientes resultados, se estabilizó la presión a 5 psi lo que permite mantener la temperatura superior a los 100°C de manera que el agua que ingresa no necesita demasiada energía para convertirse en vapor por tal motivo también se redujo el consumo de energía eléctrica de 75Kw/h a 64Kw/h ahorrando mensualmente \$ 5227.00 dólares.

(GUPTA, 2018) en su artículo tiene como objetivo controlar las velocidades de motor mediante el uso de PLC y un sistema SCADA permitiendo el análisis en línea y fuera de línea lo que hace que el sistema este a salvo de fallas y errores.

(MADRID ORTEGA , 2017) en su tesis de grado tiene como objetivo crear una interface, crear un sistema SCADA, establecer los parámetros de funcionalidad, gestionar los datos obtenidos para la mejora de los procesos la cual concluyo que los sistemas SCADA ofrecen integración en los recursos de control de información de planta con la finalidad de minimizar los errores.

(DARWISH, MORSI, & El ZAWAWI, 2016) En su artículo científico describe las diversas etapas de operaciones para la conversión de una caldera operada manualmente a una completamente automatizada con la finalidad de controlar la presión, el control de nivel y el flujo de las etapas de las calderas mediante un sistema SCADA.

(SINGH LAYAL, SHAH, SHAH, & JOSHI, 2016) En su artículo científico describe la interfaz inalámbrica de un sistema SCADA que tiene como propósito controlar los parámetros industriales como temperatura, intensidad de luz etc., de manera remota ahorrando tiempo y dinero al eliminar la necesidad de que el personal visite cada sitio para recopilar información de los datos de cada equipo.

Como antecedentes Nacionales tenemos a (FUENTES CAMPOS, 2020) en su Tesis de grado realiza el diseño de un sistema automático HMI/SCADA para controlar el tanque desairador del área de calderos, utilizo el método de respuesta en frecuencia para la sintonización del controlador PID, además

utilizo interfaces PLC SIMATIC S7 300 CPU 314 C-2, HMI SIMATIC KTP 1000 BASIC COLOR PN y el software de programación TIAL PORTAL V13, lo cual se obtuvo como resultado un nivel estable que satisface la demanda de agua de caldero, elimina los gases disueltos en el agua de alimentación en un 90% la cual reduce la corrosión de tuberías y pueden alcanzar una temperatura de 130°C.

(CRUZADO RIMACHE, 2017) en su tesis propone la implementación de sistemas SCADA con la finalidad de controlar remotamente los procesos de supervisión, control de calidad, producción y el almacenamiento de datos que permite una mejor gestión.

(MOSCOSO SÁNCHEZ, 2016) en su tesis tiene como objetivo determinar de qué manera la implementación de un sistema SCADA mejora la optimización de la subestación, lo cual llego a la conclusión que el sistema SCADA mejora la comunicación remota contra contingencias, optimizando los tiempos de acción ante posibles fallas, permitiendo realizar secuencias automatizadas que optimizan las operaciones de la red de distribución.

Como teorías relacionadas de la variable independiente implementación de sistema SCADA tenemos a (FAROOQ & ZAHID, 2018, pág. 86) que indica que SCADA significa Supervisory Control and Data Acquisition, que permite el control remoto de dispositivos con el objeto de recopilar, procesar, administrar, registrar y corregir parámetros del sistema en tiempo real.

(VIKAS & VIKRAM ATHREYA, 2020, pág. 289) el sistema SCADA es un sistema de automatización que reduce las interrupciones y aumenta la confiabilidad del sistema.

la ventaja de un sistema SCADA (RAHUL S., PRITESH P. , RUSHIKESH N., & ABHILASH C. , 2020, pág. 630), reduce la mano de obra, la operación se controla automáticamente, reduce el costo operativo.

Componentes de un sistema SCADA, (ZEMSE, BHONG, PATIL, & KULKARNI, 2016, pág. 108) hardware: PLC, SCADA System, SMPS 24v DC, sensores de temperatura Pt-100, convertidor Pt-100 a voltaje, válvula de alivio de presión,

Manómetro, Válvula Solenoide; Software: Control Builder Plus, Panel Builder 600, Pantalla SCADA.

Controlador Lógico Programable PLC (KALAIVANI & JAGADEESWARI, 2015, pág. 1655) es una computadora digital que posee un microprocesador que se usa para automatizar varios procesos mediante un lenguaje informático.

Remote terminal Units RTU (UJVAROSI, 2016, pág. 67) su función es recopilar datos de los sensores de campo y convertirlos en datos digitales.

Sensores (ORIAGHE AGHENTA & TARIQ IQBAL, 2019, pág. 7) los sensores son dispositivos de instrumentación de campo en el sistema SCADA y que son gestionados para adquirir datos a través de su sistema fotovoltaico.

The Human Machine Interface HMI (DE MAYA MORALES, 2018, pág. 14) las interfaces HMI son las ventanas que permiten la comunicación hombre-máquina, y estas pueden ser una pantalla táctil o un ordenador.

Slate Autoterm QI1000 (RODRÍGUEZ, MEJÍAS, & SERRANO, 2014) permitirá el control de la combustión del caldero y modular las válvulas como el arranque del caldero.

Arquitectura del sistema SCADA (ALADE, AJAYI, OKOLIE, & ALAO, 2017, pág. 479) se compone de tres segmentos básicos: Sitios de campo, Medios de comunicación y centro de control.

(GURÁÑ, JANOTA, & HOLEČKO, 2019, pág. 73) el sistema SCADA es complejo por lo que necesitan tecnologías de comunicación para comunicar las capas superiores e inferiores de la arquitectura.

La Caldera de Vapor (ADRIANSYAH & RIDWAN, 2016, pág. 171) es un dispositivo que convierte el agua en vapor a una temperatura y presión requerida mediante la aplicación de calor.

Caldero Piro-tubular, (RODRIGUEZ GIRALDO, 2019, pág. 27) es un sistema de transferencia de calor a través de los tubos de la caldera los cuales se encuentran rodeados de agua.

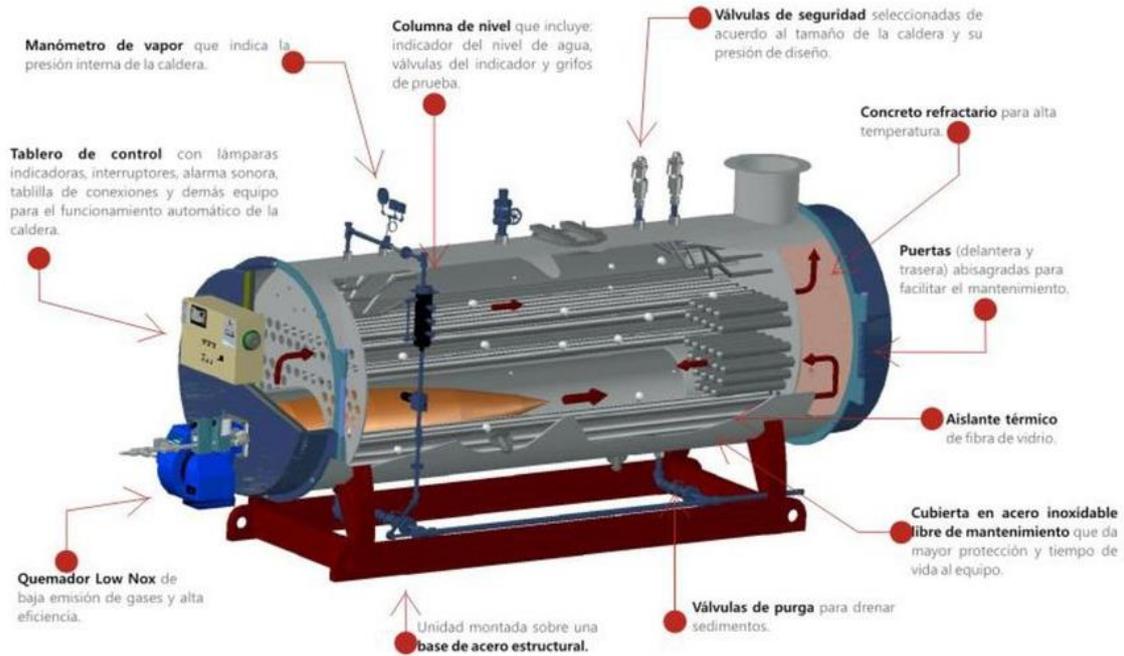


Gráfico 3: Caldero pirotubular

Fuente: <https://slideplayer.es/slide/13208114/>

Parámetros de control de una caldera (JAISWAL & JAGTAP, 2016, pág. 267) son control de temperatura, control de presión y control de nivel de agua para ello se utilizan sensores para detectar las variaciones.

<p><u>Burner Assembly</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Burner 15 Ignition System Porcelain Insulator 9 Modulating Motor 13 Forced Draft Fan 28 Scanner - Nozzle Assembly Linkage 2 Blower Air Switch 16 Ignition System - Transformer 7 Burner On/Off Switch 4 Auxiliary Switch (Low Fire End Switch) 5 Return Oil Metering Valve (Optional below 175 hp) 25 Flame Safeguard Programming Control 19 Manual Potentiometer 12 Forced Draft Damper 	<p><u>Boiler Assembly</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 31 Turning Box 11 Firetubes - Front Cover - Rear Cover - Insulation - Jacket - Skid - Manhole/Handhole 6 Boiler Stamping <u>Trim Assembly</u> 10 Feedwater Control Valve 27 Safety Valves 32 Water Column Fittings 29 Steam Pressure or Temp. Altitude Gauge 30 Test Tee 20 Modulating Pressure (or Temperature) Control 26 Pump Control and Low Water Cutoff 	<p><u>Fuel Oil Pump</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Fuel Oil Pump - Fuel Oil Motor - Fuel Oil Relief Valve - Fuel Oil Pressure Gauges <u>Gas Piping</u> 8 Gas Flow Control Valve 18 Main Gas Shut Off Cock 14 Gas Pressure Regulator (Optional) 17 Main Fuel Valve 23 Pilot Solenoid Valve <u>Optional Aqua Temp Assembly (Hot Water Only)</u> - Valve Assembly - Diffuser - Anti-Shock Control 	<p><u>Compressor Arrangement</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Air Comp. Motor 24 Air Compressor 1 Air Compressor Filter 3 Air Compressor Oil Reservoir <u>Electric Oil Heater</u> - Heater - Thermostat <u>Fuel Oil Steam Preheater</u> - Steam Preheater <u>Burner Fuel Oil Piping</u> 17 Main Fuel Valve 21 Nozzle Air Pressure Gauge - Oil Strainer 22 Oil Metering Valve - Oil Pressure Gauge
---	--	---	--

Tabla 1: Lista de Componentes de caldero york.

Fuente: Fuente: (York - Shipley Global Division of power Mechanical, Inc)

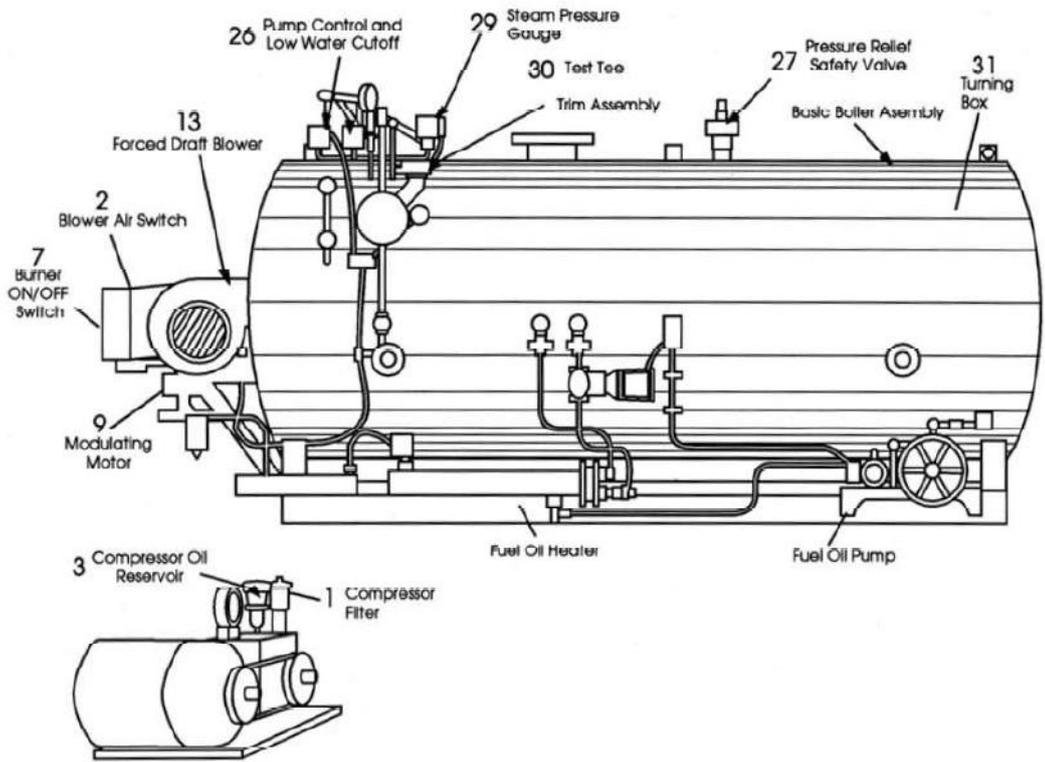


Gráfico 4: Componentes de Caldero (1)

Fuente: (York - Shipley Global Division of power Mechanical, Inc)

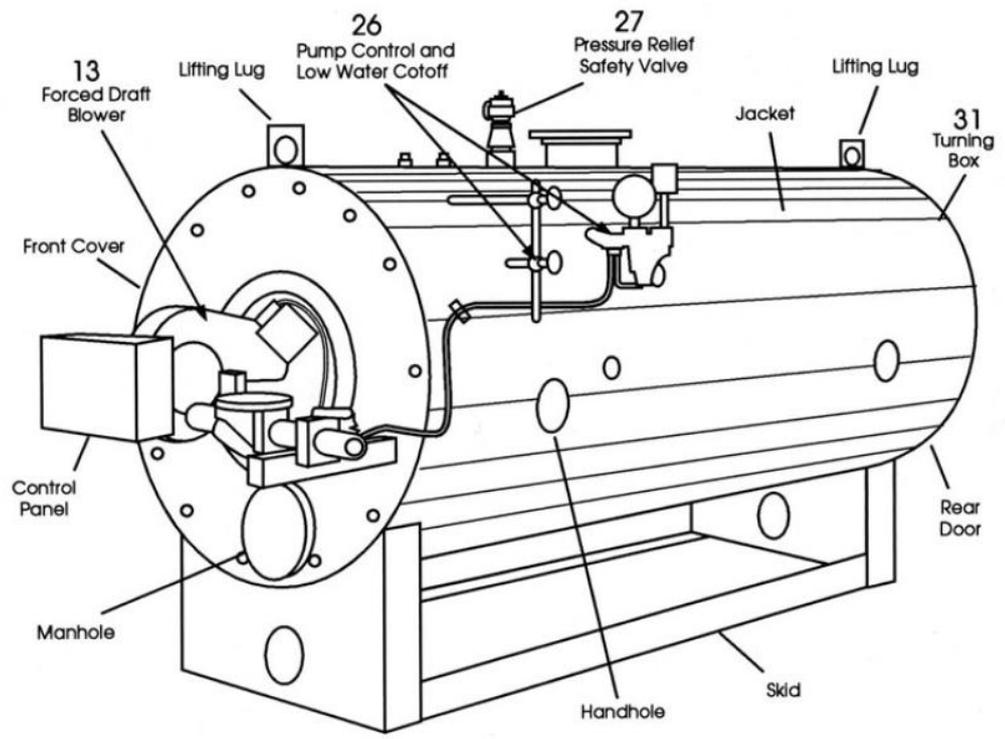


Gráfico 5: Componentes de caldero (2)

Fuente: (York - Shipley Global Division of power Mechanical, Inc)

Parámetros de control de un caldero, (ZEMSE, BHONG, PATIL, & KULKARNI, 2016, pág. 108)

- Control de Nivel: nivel de vapor del tambor
- Control de presión: presión de tiro de fuerza, presión de tiro inducida, presión del tambor de vapor.
- Control de Flujo: Flujo de vapor, Flujo de agua
- Control de temperatura: Temperatura del tambor de vapor, temperatura de la caldera, temperatura del vapor de entrada de la turbina, temperatura de los gases de combustión.

Diseño de automatización (ATTE HELIN, 2020, pág. 14), un diseño automatizado requiere de un modelamiento y simulación de procesos, la cual se ingresan las especificaciones del producto a la computadora y este simula el proceso la cual permite su optimización, minimiza los plazos de entrega y garantiza la calidad.

Control (EROL & SIHN, 2017, pág. 573) Las actividades de control tiene como objetivo cerrar las brechas entre los planes establecidos y lo real, el control de la producción se realiza de manera continua cuando los sistemas son automatizados.

Industria 4.0 (KOLLA, MINUFEKR, & PLAPPER, 2019, pág. 754) Se define como la digitalización de la fabricación con sensores integrados en prácticamente en todos los procesos.

Variable dependiente: Rendimiento

Proceso de elaboración de papel (HERRE, TOMASINI, PARIDARI, SÖDER, & NORDSTRÖM, 2020, pág. 6) el proceso consta de tres secciones, sección húmeda donde se rocía la pulpa en una fina red giratoria que transporta el material a la sección de prensado, donde rodillos presionan sobre la pulpa para eliminar el agua y ajustar el espesor del producto final luego es trasladado a la sección de

secado donde se utilizan cilindros calentados con vapor para eliminar el agua restante finalmente se enrollan en bobinas para almacenamiento.

(CALVO & DOMINGO, 2017, págs. 6-8) indica que en el proceso de la formación de la hoja se va eliminado el agua por gravedad y secado al vacío hasta un 75%, así mismo en la sección de prensado se elimina el agua hasta un 55% y en la sección de secado se elimina el agua hasta un 6.5% para obtener este indicador se tienen que controlar muy bien las variables como el caudal de vapor de alimentación de vapor, la temperatura de alimentación de vapor, la presión de vapor entre otros.

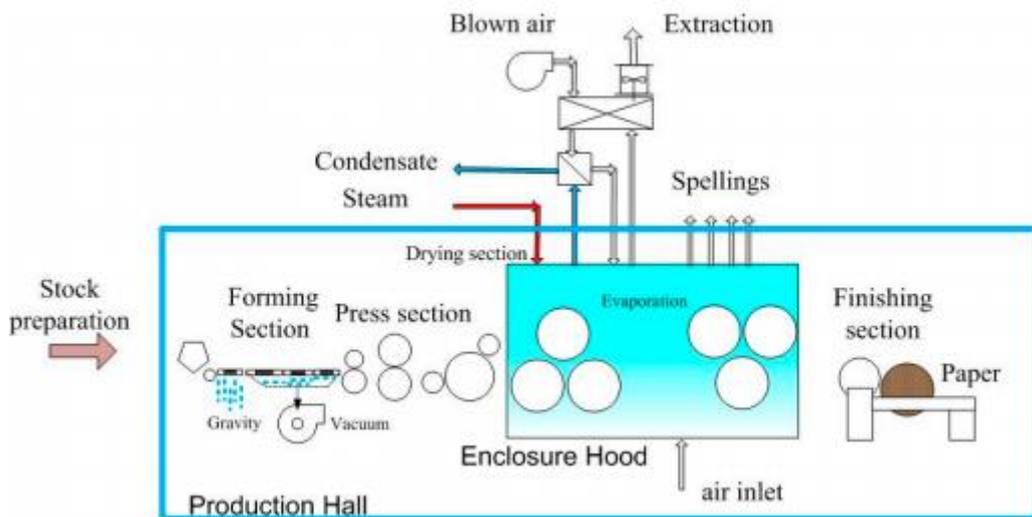


Gráfico 6: Representación de proceso de papel

(CALVO & DOMINGO, 2017, pág. 7)

Proceso Productivo de una Industria Papelera

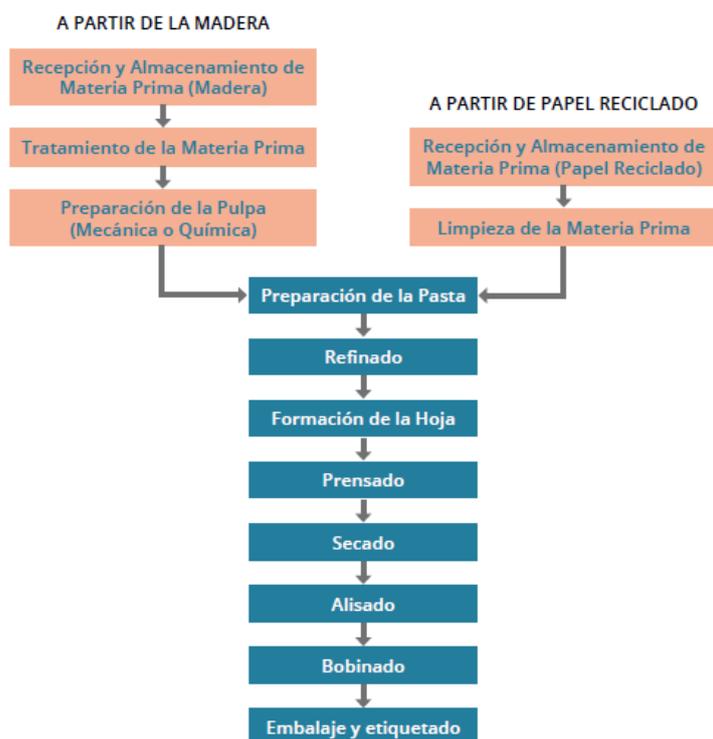


Gráfico 7: Proceso productivo de una industria de papel.

Fuente: (Dirección general de eficiencia Energetica)

Importancia del secado, (STENSTRÖM, 2019, pág. 838) el mayor problema para las empresas de papel es lograr la calidad adecuada y calidad uniforme, lo cual es un desafío para el secado de papel.

(NOORI, YAGOOBI, & TILLEY, 2019, pág. 200) el área de secado tiene un papel importante en el aumento de la eficiencia del proceso debido a que la mayoría de las propiedades del papel se desarrollan en esta sección es por ello la criticidad del proceso en la eliminación del agua.

El flujo de vapor que ingresa al cilindro secador (VALIENTE MÉNDEZ, 2013), debe contar con un control riguroso las cuales se tienen que manejar todas las variables relevantes con el fin de controlar la calidad de secado y el consumo de vapor, con el control del flujo se obtiene el programa el cual registra los valores específicos de vapor.

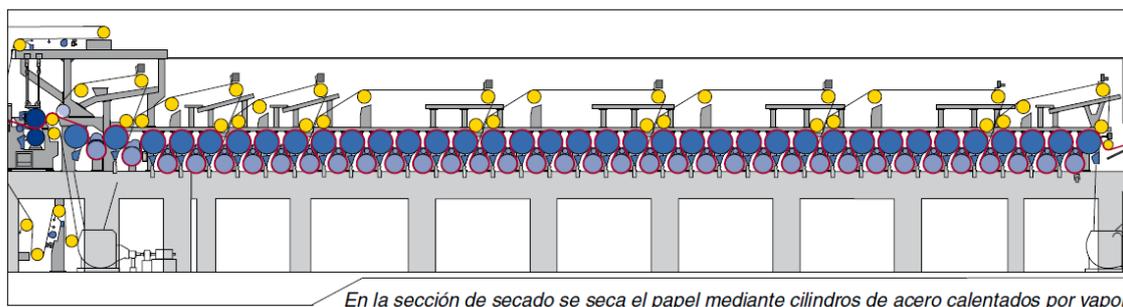


Gráfico 8: Sección de secado de papel

Fuente: (Soporte técnico de los papeles para SCA Publication Papers, 2010)

(PRIETO LOZANO, 2014, pág. 7) El rendimiento es la evaluación de resultados de procesos determinados las cuales apuntan directamente hacia la productividad y el cumplimiento de la calidad.

(PACHECO, 2017) el rendimiento de los procesos se centra en como realizas las tareas en función de los objetivos y se calcula por un índice que retrata el progreso, estos pueden ser: indicadores de eficiencia, indicadores de eficacia, indicadores de capacidad, de productividad, de calidad, de lucro, de rentabilidad, competitividad, efectividad.

Indicador de calidad: relación entre total de salidas y las salidas apropiadas para su uso, sin defectos o inconformidades.

$$\% \text{ producto conforme} = 1 - \frac{\text{numero de productos no conformes}}{\text{numero total producido}}$$

Los costos, (RINCÓN SOTO, 2011) son las inversiones que se realizan con el fin de obtener un beneficio.

Indicadores de costos, (RINCÓN SOTO, 2011) para organizar los indicadores se debe tener en cuenta un nivel de referente con el cual podremos comparar en qué situación se encuentra nuestro indicador.

Costo Unitario, (VALENZUELA CÁZARES, 2014, pág. 8) es el valor promedio que a cierto volumen de producción le cuesta producir una unidad, se obtiene dividiendo el costo total de producción por la cantidad total producida.

Costo de producción, (VALENZUELA CÁZARES, 2014, pág. 8) representa las materias primas, la mano de obra y costos indirectos de producción.

$$\textit{Costo Unitario} = \frac{\textit{Costo total de producción}}{\textit{total de unidades.}}$$

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de Investigación:

El presente proyecto de investigación Implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos para mejorar el Rendimiento de una empresa papelera El Agustino - 2021 es de tipo aplicada al pretender utilizar las teorías, herramientas y equipos tecnológicos ya existentes.

Enfoque

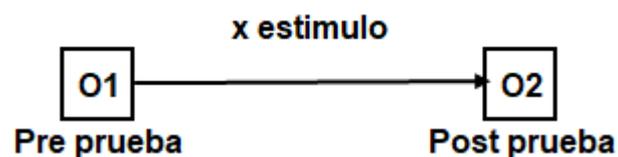
Es de enfoque cuantitativo.

Nivel de Investigación:

Es explicativo y longitudinal, al pretender responder a los cambios obtenidas a raíz de manipular la variable independiente *implementación de un Sistema SCADA* en la variable dependiente *Rendimiento* en un periodo de tiempo a un año.

Diseño de Investigación:

diseño es pre-experimental ya que se manipulará la variable independiente *Implementación de un sistema SCADA* para observar las consecuencias en la variable dependiente *Rendimiento*, teniendo en cuenta que la unidad de análisis son cuatro calderos para ello se estableció una observación O1 antes de implementar el Sistema SCADA donde se revisó los datos en un periodo de tiempo de 4 meses y posterior a ello se realizó una observación O2 donde se revisó los datos de 4 meses después de implementar el estímulo Implementación de un sistema SCADA.



X: implementación de sistema SCADA

3.2 Variables y operacionalización

Variable Independiente: Implementación de sistema SCADA

Conceptual: el sistema SCADA es un sistema de automatización que reduce las interrupciones y aumenta la confiabilidad del sistema. (VIKAS & VIKRAM ATHREYA, 2020, pág. 289)

Operacional: Permite a través de la supervisión y el control remoto de dispositivos: recopilar, procesar, administrar, registrar y corregir en tiempo real los parámetros del sistema (calderas) en cuanto a presión, temperatura, producción de vapor, flujo de abastecimiento, lo cual aumenta la confiabilidad del sistema. (FAROOQ & ZAHID, 2018, pág. 86).

Dimensión: Supervisar

$$\text{Abastecimiento de vapor} = \frac{\text{Cantidad de vapor producido real}}{\text{Cantidad de vapor planificado}}$$

$$\text{Ratio de consumo de gas} = \frac{\text{Cantidad de vapor producido}}{\text{Consumo de gas}}$$

Dimensión: Confiabilidad.

$$\% \text{ Caidas de Presión} = \frac{\text{Lecturas de presión Fuera de parametro}}{\# \text{ de lecturas totales}} \times 100$$

$$\% \text{ Caidas de Temperatura} = \frac{\text{Lecturas de temperatura Fuera de parametro}}{\# \text{ de lecturas totales}} \times 100$$

Variable dependiente: Rendimiento.

Conceptual: El rendimiento es la evaluación de resultados de procesos determinados las cuales apuntan directamente hacia la productividad y el cumplimiento de la calidad (PRIETO LOZANO, 2014, pág. 7)

Operacional: El proyecto observar el comportamiento del rendimiento productivo a través de la mejora de la calidad reduciendo productos no conformes y la reducción

de costos la cual le permitirá ser más competitivo a la empresa de estudio.
(PACHECO, 2017)

Dimensión: Calidad.

$$\% \text{ producto conforme} = 1 - \frac{\text{numero de productos no conformes}}{\text{numero total producido}}$$

Dimensión: Costos

$$\text{Indice de Costo} = \frac{\text{Costo unitario planificado}}{\text{Costo unitario real.}}$$

Matriz de Operacionalización.

TITULO: Implementación de Sistema SCADA en la Sala de Calderos para Mejorar el Rendimiento de la Empresa Papelera, El Agustino - 2021.							
VARIABLE (S)	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FORMULA	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO
V. Independiente							
IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SCADA	el sistema SCADA es un sistema de automatización que reduce las interrupciones y aumenta la confiabilidad del sistema. (VIKAS & VIKRAM ATHREYA, 2020, pág. 289)	Permite a través de la supervisión y el control remoto de dispositivos: recopilar, procesar, administrar, registrar y corregir en tiempo real los parámetros del sistema (calderas) en cuanto a presión, temperatura, producción de vapor, flujo de abastecimiento ,lo cual aumenta la confiabilidad del sistema. (FAROOQ & ZAHID, 2018, pág. 86)	Supervisión	Abastecimiento de vapor	$(\text{Cantidad de vapor producido}) / (\text{Cantidad de vapor requerido})$	Razón	Fichas de observación directa, sistema de registros de producción
				ratio de consumo de gas	$\text{cantidad de vapor producido} / \text{consumo de gas}$		
			Confiabilidad	caídas de presión	$(\# \text{ de lecturas de presión fuera de parámetro}) / (\# \text{ de lecturas totales})$		
				caídas de temperatura	$(\# \text{ de lecturas de temperatura fuera de parámetro}) / (\# \text{ de lecturas totales})$		
VARIABLE (S)	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FORMULA	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO
V. dependiente							
RENDIMIENTO	El rendimiento es la evaluación de resultados de procesos determinados las cuales apuntan directamente hacia la productividad y el cumplimiento de la calidad (PRIETO LOZANO, 2014, pág. 7)	El proyecto observar el comportamiento del rendimiento productivo a través de la mejora de la calidad reduciendo productos no conformes y la reducción de costos la cual le permitirá ser más competitivo a la empresa de estudio. (PACHECO, 2017)	Calidad	Indice de Producto conforme	$1 - [(\text{número de productos no conformes}) / (\text{número total producido})]$	Razón	Fichas de observación directa, sistema de registros de producción
			Costo	Indice de Costos	$(\text{costo unitario planificado}) / (\text{costo unitario real})$		

3.3 Población, muestra y muestreo

La población del presente proyecto de investigación estará conformada por 04 calderos de la empresa en estudio donde se implementó el sistema SCADA para su control de manera remota y las bobinas de papel producidas las cuales fueron observadas y analizadas en un periodo de 4 meses antes y 4 meses después

- **Muestra:**

La muestra fue los calderos y las bobinas de papel producidas de nuestra población

- **Muestreo 01.**

Para el cálculo del muestreo 01 nos apoyamos en la lista de base de datos de controles de los calderos de la empresa en estudio y se realizó a través de la fórmula de poblaciones finitas para proporciones ya que los resultados de nuestras mediciones arrojaran porcentajes.

$$n = \frac{Z^2 \times P \times Q \times N}{E^2(N - 1) + Z^2 \times P \times Q}$$

- En dónde

Z = nivel de confianza, 95% = 1.96

P = probabilidad de éxito, o proporción esperada (0.5) Q
= probabilidad de fracaso (0.5)

N = número de elementos de la población (por mes 720)

E= margen de error permitido

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 720}{0.05^2(720 - 1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

n= 251 controles.

- **Muestreo 02**

Para el cálculo del muestreo 02 nos apoyamos en la lista de base de datos de control de producción de producto terminado de la empresa en estudio y se realizó a través de la fórmula de poblaciones finitas para proporciones ya que los resultados de nuestras mediciones arrojaran porcentajes.

$$n = \frac{Z^2 \times P \times Q \times N}{E^2(N - 1) + Z^2 \times P \times Q}$$

Dónde:

Z = nivel de confianza, 95% = 1.96

P = probabilidad de éxito, o proporción esperada (0.5)

Q = probabilidad de fracaso (0.5)

N = número de elementos de la población (producción por mes 10000 Toneladas)

E= margen de error permitido

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 10000}{0.05^2(10000 - 1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

n= 385 TM.

Unidad de análisis:

Tenemos dos unidades de análisis las cuales son el caldero y las bobinas de papel.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos:

Observación directa: a través de esta técnica observamos el comportamiento de los datos del caldero en cuanto a variaciones presión, consumo de energía eléctrica, consumo de vapor, consumo de agua, consumo de gas, número de trabajadores operando los calderos, así mismo en el área producción se observó los productos no conformes de papel producidos por un inadecuado abastecimiento de vapor y los costos unitarios.

Análisis Documental: a través de esta técnica recopilamos los datos pasados de la empresa en cuanto a sus indicadores, procedimientos del proceso que nos sirvió para comparar los resultados post implementación.

Los instrumentos de recolección de datos:

Fichas de Observación directa: se usó fichas de observación para registrar los datos que se obtenía, como la presión, temperatura, consumo de gas, producción

de vapor del caldero, así como de registrar los productos no conformes en la salida del secador.

Software de sistema SCADA: una vez implementado el sistema SCADA este brindó registros de las temperaturas, presión, producción de vapor, consumo de gas, entre otros parámetros.

Validez de los Instrumentos

La validación de los instrumentos fue por medio de la experiencia y criterio de jueces expertos para ello se realizó una encuesta con preguntas referentes al constructo, contenido e Instrumentos de la investigación (ver Anexo 01) donde se procesó los datos por el método de V Aiken

$$V = \frac{S}{n(c - 1)}$$

Dónde:

S: Sumatoria de Si

Si: Valor asignado por el juez

n: número de jueces

c: número de valores en la escala de valoración = 2

Tabla 2: Prueba de V Aiken

Preguntas	Criterios de evaluación									Total
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	
Ítem 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Ítem 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Ítem 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Ítem 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Ítem 5	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Ítem 6	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Ítem 7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Ítem 8	0	1	1	0	0	1	0	1	0	4
Ítem 9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Suma	6	9	9	8	8	9	8	9	8	
V	1	1	1	1	0,9	0,9	1	0,4	1	
P	0,914									

Se obtuvo como resultado un índice de 0.914 validándose el constructo, contenido e instrumentos de la investigación.

Confiabilidad de los instrumentos

Se procesó los datos (ver anexo 1 y 2) a través del método de Alfa de Cronbach para verificar la confiabilidad de los instrumentos de la variable independiente y dependiente con ayuda del software SPSS.

$$\alpha = \frac{k}{k - 1} \left[1 - \frac{\sum V_i}{V_t} \right]$$

α : Alfa de Cronbach

k : Número de ítems

V_i : Varianza de cada ítem

V_t : Varianza del total

Tabla 3: Prueba de confiabilidad de las variables independiente y dependiente

Escala: ALL VARIABLES

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	242	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	242	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,891	,922	6

Fuente: SPSS 25

Se observa de la tabla 3 que el alpha de Cronbach es de 0.891 lo cual se interpreta que los datos de los instrumentos tienen una confiabilidad buena.

Tabla 4: Confiabilidad por cada Dimensión

Estadísticas de total de elemento					
	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Supervisión	4,68601	,036	,448	.	,914
Control	4,74795	,020	,895	.	,850
Control	4,74795	,020	,895	.	,850
Productos Conformes	4,73495	,029	,749	.	,869
Costo	4,70708	,030	,858	.	,866
Rendimiento	4,72222	,029	,869	.	,859

Fuente: SPSS25

De la tabla 4 se observó que el Alpha de Cronbach de los datos de los instrumentos son mayores a 0.8 y se interpreta como una confiabilidad buena.

3.5 Procedimiento

La implementación del sistema SCADA se realizó de la siguiente manera:

Paso 1: Se realizó el armado del tablero master la cual estará compuesto por el sistema Autoterm Q1000, los módulos, interruptores termomagnéticos lámparas de señalización.

Paso 2: después se realizó la instalación del tablero en la oficina de control de donde se controlará los calderos.

Paso 3: Se realizó el montaje de tuberías, se realizará el cableado y conexiones de los sistemas automatizados.

Paso 4: Se realizó una prueba de los equipos para verificar el correcto montaje y cableado (pruebas de tensión)

Paso 5: Se procedió al apagado de los calderos para conectarlos al sistema.

Paso 6: Se realizó la prueba de operatividad revisando la comunicación de equipos con el sistema, en cuanto a registro de datos, modificación de parámetros, graficas, producción de vapor, las presiones, temperaturas entre otros.

Paso 7: Se procedió a realizar la capacitación al personal que realiza la supervisión y control del SCADA

Paso 8: se realizó la toma de registros y ajustes de los parámetros en estudio.

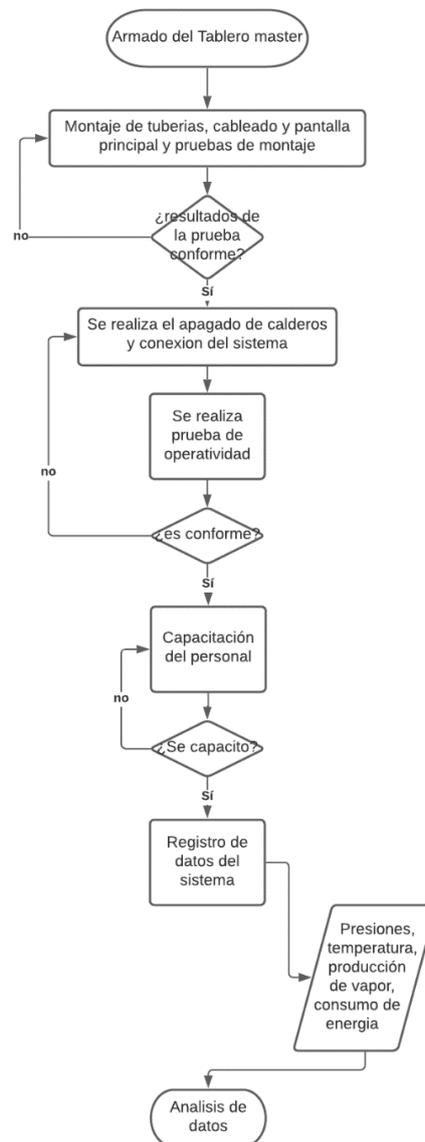


Gráfico 9: Flujograma de implementación

Fuente: Elaboración propia.

3.6 Método de análisis de datos

En el presente proyecto de investigación se analizó los datos mediante el software SPSS, la cual nos permitirá determinar:

Datos estadísticos descriptivos, de tendencia central como la media, mediana, la moda, y de variabilidad como la varianza, desviación estándar, rango, etc. de los datos de la variable dependiente como independiente,

Posteriormente se realizó un análisis estadístico inferencial, que constara de una prueba de normalidad para determinar si los datos tienen una distribución paramétrica y de ser el caso se aplicara la prueba T para determinar si la hipótesis del proyecto es aceptada, de lo contrario se utilizara un estadígrafo para datos no paramétrico.

3.7 Aspectos éticos

El proyecto de investigación se realizó respetando la propiedad intelectual de los autores, así como la veracidad en el tratamiento de los datos para la interpretación de los resultados

IV. RESULTADOS

Estadística Descriptiva.

Tabla 5: Resumen de estadística descriptiva Pre Implementación.

	V. Independiente				V. Dependiente		
	Supervisión		Control		Calidad	Costo	Rendimiento
	Abastecimiento de Vapor	Ratio de Consumo de Gas	Índice de Presión	Índice de Temperatura	Productos conformes	Índice de costo	Índice de Rendimiento
Media	0,976	0,858	0,873	0,873	0,907	0,938	0,922
Error típico	0,001	0,006	0,003	0,003	0,002	0,001	0,001
Mediana	0,977	0,851	0,875	0,875	0,908	0,937	0,923
Moda	#N/D	#N/D	0,917	0,917	#N/D	#N/D	#N/D
Desviación estándar	0,011	0,068	0,038	0,038	0,024	0,011	0,014
Varianza de la muestra	0,000	0,005	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000
Curtosis	-0,414	-0,675	-0,957	-0,957	-0,501	-0,251	-0,495
Coefficiente de asimetría	-0,394	-0,115	-0,311	-0,311	0,094	0,164	-0,033
Rango	0,049	0,281	0,125	0,125	0,105	0,050	0,061
Mínimo	0,946	0,708	0,792	0,792	0,856	0,914	0,891
Máximo	0,995	0,990	0,917	0,917	0,961	0,964	0,952
Suma	116,134	102,127	103,875	103,875	107,955	111,587	109,771
Cuenta	119,000	119,000	119,000	119,000	119,000	119,000	119,000
Nivel de confianza(95,0%)	0,002	0,012	0,007	0,007	0,004	0,002	0,002
coeficiente de variación	0,011	0,079	0,043	0,043	0,026	0,012	0,015

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 6: Resumen de estadística descriptiva Post Implementación.

	V. Independiente				V. Dependiente		
	Supervisión		Control		Calidad	Costo	Rendimiento
	Abastecimiento de Vapor	Ratio de Consumo de Gas	Índice de Presión	Índice de Temperatura	Productos conformes	Índice de costo	Índice de Rendimiento
Media	0,990	0,959	0,968	0,968	0,962	0,987	0,974
Error típico	0,001	0,001	0,003	0,003	0,001	0,001	0,001
Mediana	0,990	0,956	0,958	0,958	0,962	0,987	0,975
Moda	#N/D	#N/D	1,000	1,000	#N/D	#N/D	#N/D
Desviación estándar	0,007	0,013	0,032	0,032	0,013	0,007	0,007
Varianza de la muestra	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
Curtosis	-0,821	-0,045	-1,216	-1,216	-0,537	-0,515	-0,205
Coefficiente de asimetría	-0,092	0,703	-0,439	-0,439	-0,070	0,010	-0,005
Rango	0,027	0,059	0,083	0,083	0,058	0,032	0,035
Mínimo	0,976	0,938	0,917	0,917	0,934	0,971	0,959
Máximo	1,003	0,997	1,000	1,000	0,992	1,002	0,994
Suma	117,752	114,178	115,208	115,208	114,467	117,461	115,964
Cuenta	119,000	119,000	119,000	119,000	119,000	119,000	119,000
Nivel de confianza(95,0%)	0,001	0,002	0,006	0,006	0,002	0,001	0,001
coeficiente de variación	0,007	0,014	0,033	0,033	0,014	0,007	0,007

Fuente: Elaboración Propia.

Prueba de Normalidad

Se realiza la prueba de Normalidad para verificar si los datos son paramétricos o no paramétricos a través del método de Kolmogórov-Smirnov

N=119 observaciones

Regla de decisión

Si $p \leq 0.05$ los datos tienen una distribución no paramétrica

Si $p > 0.05$ los datos tienen una distribución paramétrica.

Tabla 7: Prueba de Normalidad

Implementación Sistema Escada		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productos Conformes	Pre	0,042	119	,200 [*]	0,991	119	0,647
	Post	0,061	119	,200 [*]	0,982	119	0,104
Costo	Pre	0,076	119	0,090	0,990	119	0,504
	Post	0,063	119	,200 [*]	0,989	119	0,482
Rendimiento	Pre	0,059	119	,200 [*]	0,989	119	0,460
	Post	0,068	119	,200 [*]	0,987	119	0,344

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS 25

De la tabla 7 se observa que el p valor es > 0.05 por lo que se afirma que los datos presentan una distribución paramétrica.

Prueba de correlación

Se realiza la prueba de correlación entre la variable independiente y dependiente para ello se utilizó el método para datos con distribución paramétrica de Person

De la tabla 8 se observa una correlación positiva moderada entre la dimensión supervisión (Abastecimiento de vapor) de la variable independiente con las dimensiones de Calidad - Producto Conforme (0.428), Costo, (0.533) y rendimiento (0.503); en el caso de la dimensión supervisión (Índice de consumo de gas) se observa que existe una correlación positiva moderada respecto a la dimensión Calidad – Productos conformes (0.645), costos (0.670) y respecto a rendimiento (0.696); para el caso de la dimensión Control (Índice de Presión y Temperatura)

tienen una correlación positiva moderada con respecto a la dimensión Calidad – Productos conformes (0.626) y una correlación positiva alta respecto a las dimensiones Costos (0.750) y Rendimiento (0.724)

Tabla 8: Prueba de Correlación

		Correlaciones		
		Productos Conformes	Costo	Rendimiento
Supervisión (abastecimiento de Vapor)	Correlación de Pearson	,428**	,533**	,503**
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000
	N	238	238	238
Supervisión Índice de consumo de gas)	Correlación de Pearson	,645**	,670**	,696**
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000
	N	238	238	238
Control (Índice de Presión)	Correlación de Pearson	,626**	,750**	,724**
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000
	N	238	238	238
Control (Índice de Temperatura)	Correlación de Pearson	,626**	,750**	,724**
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000
	N	238	238	238

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: SPSS 25

Prueba de Hipótesis.

Se realiza la prueba de hipótesis con la herramienta SPSS 25 utilizando el método de T student para muestras independientes considerando que los datos tienen una distribución paramétrica

Análisis de la Hipótesis Especifica 1:

H₀ La implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos no mejora la calidad de los productos de una empresa papelera, El Agustino - 2021

H_a: La implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos mejora la calidad de los productos de una empresa papelera, El Agustino - 2021

Representación matemática:

$$H_0: \mu_{Pre} - \mu_{Post} = \mu_{Diferencia} = 0$$

$$H_a: \mu_{Pre} - \mu_{Post} = \mu_{Diferencia} < 0$$

Regla de decisión

Si $p > \alpha \rightarrow$ se acepta H_0

Dónde:

p = Valor de probabilidad

$\alpha = 0.05$ (Nivel de significación.)

H_0 = Hipótesis Nula.

H_a = Hipótesis alterna.

μ = Media

Tabla 9: Prueba de Hipótesis específica 1

Estadísticas de grupo					
Implementación de Sistema SCADA		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Calidad Pre	0,907193	119	0,0237909	0,0021809
	Calidad Post	0,961908	119	0,0134574	0,0012336

Prueba de muestras independientes										
Implementación de Sistema SCADA		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
Calidad - Productos Conformes	Se asumen varianzas iguales	33,846	0,000	-21,836	236	0,000	-0,0547143	0,0025056	-0,0596506	-0,0497780
		No se asumen varianzas iguales			-21,836	186,499	0,000	-0,0547143	0,0025056	-0,0596573

De la tabla 9 se observa que el nivel de significancia del p valor es de 0.000 lo cual es $< \alpha = 0.05$ lo que significa que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna afirmándose que la implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos mejora la calidad de los productos de la empresa papelera.

Análisis de la Hipótesis Especifica 2:

H_0 : La implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos no mejora los costos de una empresa papelera, El Agustino - 2021.

H_a : La implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos mejora los costos de una empresa papelera, El Agustino – 2021.

Representación matemática:

$H_0: \mu_{Pre} - \mu_{Post} = \mu_{Diferencia} = 0$

$H_a: \mu_{Pre} - \mu_{Post} = \mu_{Diferencia} < 0$

Regla de decisión

Si $p > \alpha \rightarrow$ se acepta H_0

Dónde:

p = Valor de probabilidad

$\alpha = 0.05$ (Nivel de significación)

H_0 = Hipótesis Nula.

H_a = Hipótesis alterna.

μ = Media

Tabla 10: Prueba de Hipótesis específica 2

Estadísticas de grupo					
Implementación Sistema Escada		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Costo	Pre	119	0,937739	0,0108974	0,0009990
	Post	119	0,987076	0,0066500	0,0006096

Prueba de muestras independientes										
Implementación Sistema Escada		igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
Costo	Se asumen varianzas iguales	21,656	0,000	-42,158	236	0,000	-0,0493361	0,0011703	-0,0516417	-0,0470306
	No se asumen varianzas iguales			-42,158	195,182	0,000	-0,0493361	0,0011703	-0,0516441	-0,0470281

De la tabla 10 se observa que el nivel de significancia del p valor es de 0.000 lo cual es $< \alpha = 0.05$ lo que significa que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna afirmándose que la implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos mejora los costos de la empresa papelera.

Análisis de la Hipótesis General:

H_0 : La Implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos no mejora el rendimiento de una empresa papelera, El Agustino - 2021

H_a: La Implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos mejora el rendimiento de una empresa papelera, El Agustino – 2021

Representación matemática:

$$H_0: \mu_{Pre} - \mu_{Post} = \mu_{Diferencia} = 0$$

$$H_a: \mu_{Pre} - \mu_{Post} = \mu_{Diferencia} < 0$$

Regla de decisión

Si $p > \alpha \rightarrow$ se acepta H_0

Dónde:

p = Valor de probabilidad

$\alpha = 0.05$ (Nivel de significación)

H_0 = Hipótesis Nula.

H_a = Hipótesis alterna.

μ = Media

Tabla 11: Prueba de Hipótesis General

Estadísticas de grupo					
Implementación Sistema Escada		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Rendimiento	Pre	119	0,920261	0,0139985	0,0012832
	Post	119	0,974294	0,0070571	0,0006469

Prueba de muestras independientes										
Implementación Sistema Escada		igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
Rendimiento	Se asumen varianzas iguales	44,937	0,000	-37,600	236	0,000	-0,0540336	0,0014371	-0,0568648	-0,0512025
	No se asumen varianzas iguales			-37,600	174,340	0,000	-0,0540336	0,0014371	-0,0568699	-0,0511973

De la tabla 11 se observa que el nivel de significancia del p valor es de 0.000 lo cual es $< \alpha = 0.05$ lo que significa que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna afirmándose que la Implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos mejora el rendimiento de la empresa papelera, El Agustino – 2021

V. DISCUSIÓN

La investigación Implementación de Sistema SCADA en la Sala de Calderos para Mejorar el Rendimiento de la Empresa Papelera, tuvo resultados positivos en cuanto al rendimiento mejorando 5.2% esto significa que el sistema SCADA por medio de una supervisión, monitoreo y control de los parámetros de los calderos en cuanto a abastecimiento de vapor, la temperatura y presión redujo los productos no conformes por humedad y los costos de producción minimizando los errores lo cual guarda una relación a los resultados de MADRID ORTEGA que concluye que los sistemas SCADA ofrecen una integración de los recursos con la finalidad de minimizar los errores y también MOSCOSO SÁNCHEZ que en su tesis indica que los sistemas SCADA optimizan los tiempos de acción ante posibles fallas permitiendo realizar secuencias automatizadas en las operaciones de la red de distribución, siendo esto fundamental en la investigación ya que el tener automatizado los equipos y un monitoreo constante por un operador debidamente entrenado en la manipulación de los equipos de manera remota permitió reaccionar ante eventos en la que las graficas de control tendían a un descenso de las presiones para realizar las acciones pertinentes y no llegar a una desviación de los parametros permitidos..

Discusiones dimensiones específicas.

De acuerdo a los resultados referente a la dimensión calidad se obtuvo una mejora de 5.47% resultado de la diferencia de medias entre el pre test y post test realizados de setiembre a diciembre y de febrero a Mayo respectivamente lo que significó una reducción de productos no conformes de 1740.31TM, este logro se alcanzó por medio del control que se le dio al abastecimiento de vapor en la temperaturas establecidas a los secadores y a que se pudo corregir de manera inmediata las caídas de presión que ocurrieron durante los días de estudio, tal es el caso que se logró reducir las caídas de presión y temperatura en un 9.52% pasando de 363 lecturas de caídas de presión y temperatura a 91 lecturas de caídas de presión y temperatura lo cual guarda una relación con lo mencionado por ORTIZ CENTENO en su tesis donde indica que el sistema SCADA evita interrupciones largas de las calderas y pudo lograr estabilizar la presión a 5 psi lo cual le permitió mantener una temperatura por encima de los 100°C, también VIKAS & VIKRAM ATHREYA

afirmo que el sistema SCADA reduce la interrupciones y mejora la confiabilidad del sistema la cual la investigación realizada confirma de manera significativa las afirmaciones realizadas.

sobre la dimensión Costos, se obtuvo una reducción de 4.93% resultado obtenido de la diferencia de medias entre el pre y post test del indicador costo unitario lo que significo un ahorro de \$ 53 949.79 dolares las cuales se sobrecosteaba en mano de obra, energia y otros costos por reprocesar.

VI. CONCLUSIONES

- Se determina que la implementación del sistema SCADA si mejoró el porcentaje de productos conformes de una empresa papelera donde se tiene como resultado antes de la implementación una media de 90.71% y después de la implementación 96.19% lo que significa una mejora de 5.47% que representa 1740TM más de productos conformes.
- Se termina que la implementación del sistema SCADA si mejoro el costo unitario de producción en un 4.93% respecto a las diferencias de medias lo que significó un ahorro de \$ 53 949.79 dólares.
- Se determina que la implementación de sistema SCADA bajo las dimensiones de supervisión y control de los parámetros y haciendo que el sistema trabaje lo más estable posible se logró alcanzar la mejora del rendimiento de la empresa en un 5.2% al reducir los productos no conformes y el costo unitario de producción

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda no descuidar el mantenimiento de los calderos y de los secadores son equipos muy importantes que influyen directamente en la calidad del producto.
- Se recomienda continuar con las capacitaciones al personal el entrenamiento es fundamental para llevar un adecuado control y reaccionar de manera eficiente ante desviaciones en los procesos.
- Se recomienda centralizar todos los sistemas en una sala de comandos para tener un mejor control de la producción y permita mejores tomas de decisiones.

REFERENCIAS

1. ADRIANSYAH, A., & RIDWAN, T. (2016). Design of Boiler Controller with LAN Based Data Logger. *Integrated Sci-Tech : The Interdisciplinary Research Approach*, 170-181.
2. ALADE , A. A., AJAYI, O. B., OKOLIE, S. O., & ALAO, D. O. (Octubre de 2017). Overview of the Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) System. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 8(10), 478-482.
3. ATTE HELIN. (2020). *EFFECTS OF DESIGN AUTOMATION ON THE LEAD TIME OF THE WATER-TUBE BOILER PRESSURE SPARE PART PROCESS*. Marraskuu: Tampere University.
4. BAENA PAZ, G. (2017). *Metodología de la investigación* (3ra ed.). Mexico: Grupo Editorial Patria S.A. de CV.
5. CALVO , L. M., & DOMINGO, R. (2017). CO2 Emissions Reduction and Energy Efficiency Improvements in Paper Making Drying Process Control by Sensors. *Sustainability*, 17. doi:doi:10.3390/su9040514
6. CRUZADO RIMACHE, L. A. (2017). *"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA PARA EL CONTROL DE 46 ESTACIONES CASO PETROBRAS"*. Callao: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO.
7. DARWISH, A., MORSI, I., & EI ZAWAWI, A. O. (2016). Complete Combustion Control for a Steam Boiler Plant. *BALKAN JOURNAL OF ELECTRICAL & COMPUTER ENGINEERING*, 4(1), 17-23. doi:DOI: 10.17694/bajece.84689
8. DE MAYA MORALES, M. Á. (2018). Sistema para la gestión de parámetros y automatización de Motores gobernados por un PLC mediante interfaz HMI y Variadores de frecuencia. *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA*, 96.

9. Dirección general de eficiencia Energetica. (s.f.). BCDEGuía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético INDUSTRIA PAPELERA. *Dirección General de Eficiencia Energética*, 108.
10. EROL, S., & SIHN, W. (2017). Inteligente producción y control en la nube - hacia un escalable software y arquitectura. *10 ° Conferencia IRP sobre Computación Inteligente en Ingeniería de Manufactura - CIRP ICME '16*, 571-576. doi:doi: 10.1016 / j.procir.2017.01.003
11. FAROOQ, A., & ZAHID, A. (Marzo de 2018). SCADA Based Control of Plant CS40000 Advanced Process Laboratorial Equipment. *International Journal of Trend in Research and Development*, 5(2), 86-92.
12. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). Productos Forestales 2017. Obtenido de <http://www.fao.org/3/ca5703m/ca5703m.pdf>
13. FUENTES CAMPOS, G. R. (2020). "Diseño de un sistema automático HMI/SCADA para el control del tanque desaireador del área de calderos de la empresa Agroindustrial Tumán S.A.A.". Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
14. GARSIDE, M. (9 de noviembre de 2020). *statista.com*. Obtenido de <https://www.statista.com/topics/1701/paper-industry/>
15. GUPTA, V. (Marzo de 2018). Induction Motor Speed Control Using PLC AND SCADA. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 05(03), 83-86.
16. GURÁÑ, M., JANOTA, A., & HOLEČKO, P. (Junio de 2019). AUTOMATION OF SCADA SYSTEM DEVELOPMENT. *ACTA TECHNICA CORVINIENSIS*, 12(2), 73-77.
17. HERRE, L., TOMASINI, F., PARIDARI, K., SÖDER, L., & NORDSTRÖM, L. (30 de Setiembre de 2020). Simplified model of integrated paper mill for optimal bidding in energy and reserve markets. *Applied Energy*, 1-15. doi:<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115857>

18. JAISWAL, A. R., & JAGTAP, P. P. (Abril de 2016). Study Of PLC & SCADA Controlled Thermal Power Plant. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 3(4), 267-269.
19. KALAIVANI, S., & JAGADEESWARI, M. (Abril de 2015). PLC & SCADA Based Effective Boiler Automation System for Thermal Power Plant. *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology*, 4(4), 1653-1657.
20. KOLLA, S., MINUFEKR, M., & PLAPPER, P. (2019). Derivando componentes esenciales de modelo de evaluación lean e industria 4 para PYMES manufactureras. *52a Conferencia CIRP sobre sistemas de fabricación*, 753-758. doi:10.1016 / j.procir.2019.03.18
21. MADRID ORTEGA , R. (2017). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SCADA PARA LA MONITORIZACIÓN DE UNA CENTRAL TÉRMICA*. Universidad de Valladolid. Valladolid: Universidad de Valladolid.
22. MOSCOSO SÁNCHEZ, J. E. (2016). "Automatización Óptima de la subestación de Huarochirí mediante sistema scada para mejorar la calidad de servicio". Callao: Universidad Nacional del Callao.
23. NOORI, Z., YAGOOBI, J. S., & TILLEY, B. (2019). Fundamental Understanding of Bound Water Removal in Paper Drying Process: Microscopic Approach. *Worcester Polytechnic Institute*, 200-207. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Zahra_Noori4/publication/336314998_Fundamental_Understanding_of_Bound_Water_Removal_in_Paper_Drying_Process_Microscopic_Approach/links/5d9b8658458515c1d39e4496/Fundamental-Understanding-of-Bound-Water-Removal-in-Paper-
24. ORIAGHE AGHENTA, L., & TARIQ IQBAL, M. (24 de Julio de 2019). Low-Cost, Open Source IoT-Based SCADA System Design Using Thinger.IO and ESP32 Thing. *Electronics*, 8(8), 1-24. doi:doi:10.3390/electronics8080822
25. ORTIZ CENTENO , D. V. (2020). *REINGENIERÍA DEL SISTEMA DE CONTROL DE COMBUSTIÓN DE LA CALDERA PIROTUBULAR NÚMERO*

- 4 DE CERVECERÍA NACIONAL PLANTAQUITO. Quito: Universidad Tecnológica Israel.
26. PACHECO, J. (20 de setiembre de 2017). *Heflo*. Obtenido de <https://www.heflo.com/es/blog/planificacion-estrategica/indicadores-rendimiento-procesos/>
27. PRIETO LOZANO, A. (2014). *LA IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO, COMO PROCESO SISTEMÁTICO GENERADOR DE CAMBIOS Y HERRAMIENTA DE GESTIÓN GERENCIAL*. Washington, D.C: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA.
28. RAHUL S., J., PRITESH P. , P., RUSHIKESH N., D., & ABHILASH C. , P. (Abril de 2020). A REVIEW ON MONITORING AND CONTROL PARAMETERS OF GAS PIPELINE BY USING PLC AND SCADA SYSTEM. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, 4(12), 628-631.
29. RINCÓN SOTO, C. A. (12 de 6 de 2011). Indicadores de costos. *Libre Empresa*, 15, 109-141.
30. RODRIGUEZ GIRALDO, O. F. (2019). *Procedimiento para la puesta en funcionamiento de una Caldera Pirotubular conforme a especificaciones de diseño*. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente.
31. RODRÍGUEZ, MEJÍAS, & SERRANO. (2014). *Procesos Auxiliares de fabricación en el mecanizado por arranque de viruta- Cap. 1 Automatismos Mecánicos, Eléctricos, Hidráulicos y Neumáticos*. IC EDITORIAL. Recuperado el 29 de 06 de 2020, de READER.DIGITALBOOKS.PRO: <https://books.google.com.pe/books?id=xpfwAgAAQBAJ&pg=PT5&lpg=PT5&dq=PROCESOS+AUXILIARES+DE+FABRICACION+EN+EL+MECANIZADO+POR+ARRANQUE+DE+VIRUTA+%C2%B7+CAP%C3%8DTULO+1+AUTOMATISMOS+MEC%C3%81NICOS,+EL%C3%89CTRICOS,+HIDR%C3%81ULICOS+Y+NEUM%C3%81TICOS&sou>

32. SINGH LAYAL, A., SHAH, M., SHAH, D., & JOSHI, K. (Abril de 2016). Automatic Wireless SCADA System. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 34(2), 81-84.
33. Soporte técnico de los papeles para SCA Publication Papers. (2010). Industria de Papel. SCA, 16. Obtenido de publicationpapers.sca.com
34. STENSTRÖM, S. (4 de Abril de 2019). Drying of paper: A review 2000–2018. *Drying Technology*, 38(7), 825-845. doi:<https://doi.org/10.1080/07373937.2019.1596949>
35. UJVAROSI, A. (2016). EVOLUTION OF SCADA SYSTEMS. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov*, 9(1), 63-68.
36. VALENZUELA CÁZARES, C. (2014). DETERMINATION OF UNIT COST, AN EFFICIENT FINANCIAL TOOL FOR COMPANIES. *Revista El Buzón de Pacioli*, 13(87), 4-18.
37. VALIENTE MÉNDEZ, C. (2013). *MODELAMIENTO DEL PROCESO DE SECADO DE PAPEL TISSUE CASO REAL PLANTA TALAGANTE, CMPC*. Santiago: Universidad de Chile.
38. VIKAS, M. S., & VIKRAM ATHREYA, V. (Agosto de 2020). Implementing SCADA System by Using Rexroth WinStudio for Automated Industrial Process. *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*, 3(8), 287-289.
39. York - Shipley Global Division of power Mechanical, Inc. (s.f.). Installation, Operation and Maintenance Manual. *York - Shipley Global Division of power Mechanical, Inc*, 33.
40. ZEMSE, J., BHONG, A., PATIL, P., & KULKARNI, S. V. (2016). Sugar Factory Boiler Automation. *International Journal of Scientific and Technical Advancements*, 2(2), 107-109.

ANEXOS

Anexo 01: Datos de la variable Independiente

Semana	Fecha	Abastecimiento de vapor	Ratio de consumo de gas	% de caídas de presión	% de caídas de temperatura	Índice de presión dentro del parámetro	Índice de temperatura dentro del parámetro
36	1/09/2020	0,97	15,70	0,13	0,13	0,88	0,88
36	2/09/2020	0,98	14,02	0,08	0,08	0,92	0,92
36	3/09/2020	0,98	15,05	0,17	0,17	0,83	0,83
36	4/09/2020	0,98	15,01	0,17	0,17	0,83	0,83
36	5/09/2020	0,97	13,23	0,13	0,13	0,88	0,88
36	6/09/2020	0,98	15,11	0,13	0,13	0,88	0,88
36	7/09/2020	0,99	13,70	0,08	0,08	0,92	0,92
37	8/09/2020	1,01	15,53	0,13	0,13	0,88	0,88
37	9/09/2020	0,99	18,01	0,13	0,13	0,88	0,88
37	10/09/2020	0,99	16,43	0,21	0,21	0,79	0,79
37	11/09/2020	0,96	13,56	0,13	0,13	0,88	0,88
37	12/09/2020	0,97	15,54	0,13	0,13	0,88	0,88
37	13/09/2020	0,97	12,82	0,13	0,13	0,88	0,88
37	14/09/2020	0,98	13,51	0,08	0,08	0,92	0,92
38	15/09/2020	0,98	18,32	0,17	0,17	0,83	0,83
38	16/09/2020	0,96	12,40	0,17	0,17	0,83	0,83
38	17/09/2020	0,98	14,05	0,17	0,17	0,83	0,83
38	18/09/2020	0,99	15,53	0,08	0,08	0,92	0,92
38	19/09/2020	0,96	15,72	0,17	0,17	0,83	0,83
38	20/09/2020	0,95	16,34	0,21	0,21	0,79	0,79
38	21/09/2020	0,98	15,48	0,13	0,13	0,88	0,88
39	22/09/2020	0,97	15,27	0,17	0,17	0,83	0,83
39	23/09/2020	0,97	15,45	0,13	0,13	0,88	0,88
39	24/09/2020	0,98	13,10	0,17	0,17	0,83	0,83
39	25/09/2020	0,98	16,03	0,17	0,17	0,83	0,83
39	26/09/2020	0,97	14,94	0,13	0,13	0,88	0,88
39	27/09/2020	0,97	15,10	0,13	0,13	0,88	0,88
39	28/09/2020	0,97	16,17	0,08	0,08	0,92	0,92
40	29/09/2020	1,01	15,70	0,17	0,17	0,83	0,83
40	30/09/2020	0,98	15,84	0,08	0,08	0,92	0,92
40	1/10/2020	0,96	14,24	0,13	0,13	0,88	0,88
40	2/10/2020	0,97	16,12	0,08	0,08	0,92	0,92
40	3/10/2020	0,98	13,70	0,17	0,17	0,83	0,83
40	4/10/2020	0,98	14,38	0,08	0,08	0,92	0,92

40	5/10/2020	0,98	13,92	0,13	0,13	0,88	0,88
41	6/10/2020	0,98	12,04	0,08	0,08	0,92	0,92
41	7/10/2020	1,00	14,58	0,17	0,17	0,83	0,83
41	8/10/2020	0,98	13,26	0,08	0,08	0,92	0,92
41	9/10/2020	0,99	14,00	0,08	0,08	0,92	0,92
41	10/10/2020	0,98	15,37	0,21	0,21	0,79	0,79
41	11/10/2020	0,97	12,06	0,08	0,08	0,92	0,92
41	12/10/2020	0,99	14,15	0,13	0,13	0,88	0,88
42	13/10/2020	0,96	13,31	0,17	0,17	0,83	0,83
42	14/10/2020	0,99	16,49	0,13	0,13	0,88	0,88
42	15/10/2020	0,98	15,47	0,08	0,08	0,92	0,92
42	16/10/2020	0,98	15,20	0,17	0,17	0,83	0,83
42	17/10/2020	0,99	12,58	0,13	0,13	0,88	0,88
42	18/10/2020	0,97	16,82	0,13	0,13	0,88	0,88
42	19/10/2020	0,98	15,32	0,08	0,08	0,92	0,92
43	20/10/2020	0,96	14,45	0,08	0,08	0,92	0,92
43	21/10/2020	0,97	16,71	0,17	0,17	0,83	0,83
43	22/10/2020	1,00	14,28	0,17	0,17	0,83	0,83
43	23/10/2020	0,98	14,09	0,08	0,08	0,92	0,92
43	24/10/2020	0,98	16,03	0,13	0,13	0,88	0,88
43	25/10/2020	1,00	14,19	0,17	0,17	0,83	0,83
43	26/10/2020	0,96	13,98	0,08	0,08	0,92	0,92
44	27/10/2020	0,97	16,52	0,13	0,13	0,88	0,88
44	28/10/2020	0,96	14,13	0,13	0,13	0,88	0,88
44	29/10/2020	0,96	13,88	0,17	0,17	0,83	0,83
44	30/10/2020	0,96	13,95	0,17	0,17	0,83	0,83
44	31/10/2020	0,99	14,11	0,13	0,13	0,88	0,88
44	1/11/2020	0,98	12,97	0,13	0,13	0,88	0,88
44	2/11/2020	0,98	12,78	0,17	0,17	0,83	0,83
45	3/11/2020	0,98	15,34	0,17	0,17	0,83	0,83
45	4/11/2020	0,97	15,80	0,08	0,08	0,92	0,92
45	5/11/2020	0,97	17,58	0,08	0,08	0,92	0,92
45	6/11/2020	0,98	14,28	0,17	0,17	0,83	0,83
45	7/11/2020	0,98	14,59	0,08	0,08	0,92	0,92
45	8/11/2020	0,98	15,70	0,08	0,08	0,92	0,92
45	9/11/2020	0,98	14,11	0,08	0,08	0,92	0,92
46	10/11/2020	1,00	14,30	0,17	0,17	0,83	0,83
46	11/11/2020	0,97	14,46	0,13	0,13	0,88	0,88
46	12/11/2020	0,97	12,94	0,13	0,13	0,88	0,88
46	13/11/2020	0,99	12,57	0,21	0,21	0,79	0,79
46	14/11/2020	0,98	13,80	0,13	0,13	0,88	0,88
46	15/11/2020	0,99	13,53	0,17	0,17	0,83	0,83
46	16/11/2020	0,97	16,58	0,17	0,17	0,83	0,83
47	17/11/2020	0,98	15,47	0,08	0,08	0,92	0,92

47	18/11/2020	0,95	16,06	0,17	0,17	0,83	0,83
47	19/11/2020	0,99	14,24	0,08	0,08	0,92	0,92
47	20/11/2020	0,98	13,45	0,08	0,08	0,92	0,92
47	21/11/2020	0,97	16,69	0,08	0,08	0,92	0,92
47	22/11/2020	1,01	13,52	0,17	0,17	0,83	0,83
47	23/11/2020	0,97	12,96	0,17	0,17	0,83	0,83
48	24/11/2020	0,98	13,60	0,17	0,17	0,83	0,83
48	25/11/2020	0,98	16,01	0,13	0,13	0,88	0,88
48	26/11/2020	0,96	15,65	0,13	0,13	0,88	0,88
48	27/11/2020	0,97	14,81	0,08	0,08	0,92	0,92
48	28/11/2020	0,97	14,16	0,21	0,21	0,79	0,79
48	29/11/2020	0,98	12,57	0,08	0,08	0,92	0,92
48	30/11/2020	1,00	14,21	0,13	0,13	0,88	0,88
49	1/12/2020	0,97	14,44	0,13	0,13	0,88	0,88
49	2/12/2020	1,00	14,57	0,17	0,17	0,83	0,83
49	3/12/2020	0,98	14,32	0,13	0,13	0,88	0,88
49	4/12/2020	0,98	16,23	0,08	0,08	0,92	0,92
49	5/12/2020	0,95	16,74	0,08	0,08	0,92	0,92
49	6/12/2020	0,96	15,34	0,13	0,13	0,88	0,88
49	7/12/2020	0,99	14,12	0,08	0,08	0,92	0,92
50	8/12/2020	0,98	14,09	0,08	0,08	0,92	0,92
50	9/12/2020	0,99	17,63	0,17	0,17	0,83	0,83
50	10/12/2020	0,96	12,90	0,17	0,17	0,83	0,83
50	11/12/2020	0,96	14,87	0,08	0,08	0,92	0,92
50	12/12/2020	0,98	12,53	0,13	0,13	0,88	0,88
50	13/12/2020	0,98	15,36	0,08	0,08	0,92	0,92
50	14/12/2020	0,98	14,45	0,13	0,13	0,88	0,88
51	15/12/2020	0,97	15,01	0,13	0,13	0,88	0,88
51	16/12/2020	0,98	16,29	0,13	0,13	0,88	0,88
51	17/12/2020	0,98	17,73	0,08	0,08	0,92	0,92
51	18/12/2020	0,97	12,68	0,13	0,13	0,88	0,88
51	19/12/2020	0,97	16,82	0,08	0,08	0,92	0,92
51	20/12/2020	0,98	13,72	0,08	0,08	0,92	0,92
51	21/12/2020	0,99	14,90	0,08	0,08	0,92	0,92
52	22/12/2020	0,95	12,79	0,13	0,13	0,88	0,88
52	23/12/2020	1,00	15,62	0,17	0,17	0,83	0,83
52	24/12/2020	0,98	15,20	0,13	0,13	0,88	0,88
52	25/12/2020	0,97	13,97	0,13	0,13	0,88	0,88
52	26/12/2020	0,96	13,48	0,17	0,17	0,83	0,83
52	27/12/2020	0,95	15,52	0,08	0,08	0,92	0,92
52	28/12/2020	0,98	14,07	0,13	0,13	0,88	0,88
53	29/12/2020	0,97	15,91	0,21	0,21	0,79	0,79
53	30/12/2020	0,97	15,14	0,08	0,08	0,92	0,92
53	31/12/2020	0,97	15,87	0,17	0,17	0,83	0,83

5	1/02/2021	0,99	16,20	0,04	0,04	0,96	0,96
6	2/02/2021	0,99	16,17	0,00	0,00	1,00	1,00
6	3/02/2021	0,98	16,60	0,00	0,00	1,00	1,00
6	4/02/2021	0,99	16,10	0,04	0,04	0,96	0,96
6	5/02/2021	0,99	14,91	0,00	0,00	1,00	1,00
6	6/02/2021	0,98	15,02	0,04	0,04	0,96	0,96
6	7/02/2021	1,00	15,66	0,00	0,00	1,00	1,00
6	8/02/2021	0,99	15,29	0,04	0,04	0,96	0,96
7	9/02/2021	0,99	15,82	0,04	0,04	0,96	0,96
7	10/02/2021	0,99	14,75	0,00	0,00	1,00	1,00
7	11/02/2021	0,99	15,19	0,04	0,04	0,96	0,96
7	12/02/2021	0,99	14,36	0,00	0,00	1,00	1,00
7	13/02/2021	1,00	15,24	0,04	0,04	0,96	0,96
7	14/02/2021	0,98	15,59	0,00	0,00	1,00	1,00
7	15/02/2021	0,99	14,58	0,08	0,08	0,92	0,92
8	16/02/2021	0,98	16,60	0,04	0,04	0,96	0,96
8	17/02/2021	1,00	15,83	0,04	0,04	0,96	0,96
8	18/02/2021	0,98	13,39	0,00	0,00	1,00	1,00
8	19/02/2021	0,99	14,46	0,08	0,08	0,92	0,92
8	20/02/2021	0,99	17,85	0,04	0,04	0,96	0,96
8	21/02/2021	1,00	14,83	0,00	0,00	1,00	1,00
8	22/02/2021	1,00	15,35	0,00	0,00	1,00	1,00
9	23/02/2021	1,00	14,74	0,00	0,00	1,00	1,00
9	24/02/2021	1,00	15,75	0,04	0,04	0,96	0,96
9	25/02/2021	0,99	14,94	0,00	0,00	1,00	1,00
9	26/02/2021	0,98	13,92	0,00	0,00	1,00	1,00
9	27/02/2021	0,99	15,92	0,00	0,00	1,00	1,00
9	28/02/2021	0,99	15,61	0,00	0,00	1,00	1,00
9	1/03/2021	0,98	16,26	0,00	0,00	1,00	1,00
10	2/03/2021	0,98	14,62	0,08	0,08	0,92	0,92
10	3/03/2021	0,99	15,18	0,08	0,08	0,92	0,92
10	4/03/2021	0,98	14,47	0,00	0,00	1,00	1,00
10	5/03/2021	0,98	14,38	0,08	0,08	0,92	0,92
10	6/03/2021	0,98	15,90	0,04	0,04	0,96	0,96
10	7/03/2021	1,00	15,60	0,04	0,04	0,96	0,96
10	8/03/2021	0,99	14,96	0,08	0,08	0,92	0,92
11	9/03/2021	0,98	15,66	0,00	0,00	1,00	1,00
11	10/03/2021	0,99	14,15	0,00	0,00	1,00	1,00
11	11/03/2021	0,98	15,41	0,00	0,00	1,00	1,00
11	12/03/2021	0,99	14,97	0,04	0,04	0,96	0,96
11	13/03/2021	1,00	15,45	0,00	0,00	1,00	1,00
11	14/03/2021	0,98	16,51	0,00	0,00	1,00	1,00
11	15/03/2021	1,00	16,57	0,00	0,00	1,00	1,00
12	16/03/2021	0,99	16,10	0,04	0,04	0,96	0,96

12	17/03/2021	1,00	16,95	0,00	0,00	1,00	1,00
12	18/03/2021	0,98	14,62	0,00	0,00	1,00	1,00
12	19/03/2021	0,99	15,23	0,00	0,00	1,00	1,00
12	20/03/2021	0,98	14,65	0,00	0,00	1,00	1,00
12	21/03/2021	1,00	15,85	0,04	0,04	0,96	0,96
12	22/03/2021	0,98	15,41	0,00	0,00	1,00	1,00
13	23/03/2021	0,99	15,80	0,04	0,04	0,96	0,96
13	24/03/2021	0,99	16,18	0,00	0,00	1,00	1,00
13	25/03/2021	0,99	17,55	0,04	0,04	0,96	0,96
13	26/03/2021	0,99	14,09	0,04	0,04	0,96	0,96
13	27/03/2021	1,00	16,54	0,00	0,00	1,00	1,00
13	28/03/2021	0,98	14,80	0,08	0,08	0,92	0,92
13	29/03/2021	0,99	16,48	0,04	0,04	0,96	0,96
14	30/03/2021	1,00	16,23	0,00	0,00	1,00	1,00
14	31/03/2021	0,99	16,89	0,04	0,04	0,96	0,96
14	1/04/2021	0,98	16,36	0,04	0,04	0,96	0,96
14	2/04/2021	0,99	16,00	0,08	0,08	0,92	0,92
14	3/04/2021	1,00	14,94	0,00	0,00	1,00	1,00
14	4/04/2021	0,99	15,22	0,00	0,00	1,00	1,00
14	5/04/2021	0,98	15,30	0,08	0,08	0,92	0,92
15	6/04/2021	1,00	16,29	0,08	0,08	0,92	0,92
15	7/04/2021	0,98	17,47	0,00	0,00	1,00	1,00
15	8/04/2021	0,99	15,70	0,00	0,00	1,00	1,00
15	9/04/2021	0,99	16,27	0,00	0,00	1,00	1,00
15	10/04/2021	0,99	15,38	0,00	0,00	1,00	1,00
15	11/04/2021	0,98	14,92	0,04	0,04	0,96	0,96
15	12/04/2021	0,99	15,18	0,00	0,00	1,00	1,00
16	13/04/2021	0,99	15,67	0,08	0,08	0,92	0,92
16	14/04/2021	0,99	16,18	0,00	0,00	1,00	1,00
16	15/04/2021	0,99	14,81	0,04	0,04	0,96	0,96
16	16/04/2021	1,00	16,07	0,00	0,00	1,00	1,00
16	17/04/2021	1,00	15,15	0,08	0,08	0,92	0,92
16	18/04/2021	0,98	16,14	0,08	0,08	0,92	0,92
16	19/04/2021	0,99	16,03	0,00	0,00	1,00	1,00
17	20/04/2021	1,00	16,77	0,08	0,08	0,92	0,92
17	21/04/2021	0,99	15,29	0,04	0,04	0,96	0,96
17	22/04/2021	1,00	17,51	0,04	0,04	0,96	0,96
17	23/04/2021	0,98	15,45	0,08	0,08	0,92	0,92
17	24/04/2021	0,99	15,47	0,00	0,00	1,00	1,00
17	25/04/2021	0,98	14,68	0,00	0,00	1,00	1,00
17	26/04/2021	0,99	15,53	0,08	0,08	0,92	0,92
18	27/04/2021	1,00	16,37	0,00	0,00	1,00	1,00
18	28/04/2021	0,98	15,16	0,08	0,08	0,92	0,92
18	29/04/2021	0,99	17,52	0,00	0,00	1,00	1,00

18	30/04/2021	0,99	14,34	0,08	0,08	0,92	0,92
18	1/05/2021	1,00	15,40	0,04	0,04	0,96	0,96
18	2/05/2021	1,00	16,20	0,00	0,00	1,00	1,00
18	3/05/2021	0,99	14,28	0,04	0,04	0,96	0,96
19	4/05/2021	1,00	16,61	0,08	0,08	0,92	0,92
19	5/05/2021	0,98	13,42	0,04	0,04	0,96	0,96
19	6/05/2021	0,99	17,79	0,00	0,00	1,00	1,00
19	7/05/2021	0,99	15,52	0,00	0,00	1,00	1,00
19	8/05/2021	0,98	15,04	0,08	0,08	0,92	0,92
19	9/05/2021	0,99	14,17	0,04	0,04	0,96	0,96
19	10/05/2021	0,98	16,55	0,08	0,08	0,92	0,92
20	11/05/2021	1,00	15,22	0,08	0,08	0,92	0,92
20	12/05/2021	0,98	16,89	0,00	0,00	1,00	1,00
20	13/05/2021	0,98	16,99	0,08	0,08	0,92	0,92
20	14/05/2021	0,98	16,09	0,04	0,04	0,96	0,96
20	15/05/2021	0,99	14,56	0,08	0,08	0,92	0,92
20	16/05/2021	1,00	17,67	0,08	0,08	0,92	0,92
20	17/05/2021	0,98	15,20	0,04	0,04	0,96	0,96
21	18/05/2021	0,99	14,26	0,04	0,04	0,96	0,96
21	19/05/2021	1,00	16,71	0,00	0,00	1,00	1,00
21	20/05/2021	0,99	16,61	0,04	0,04	0,96	0,96
21	21/05/2021	1,00	16,70	0,08	0,08	0,92	0,92
21	22/05/2021	0,99	16,72	0,00	0,00	1,00	1,00
21	23/05/2021	0,99	15,72	0,04	0,04	0,96	0,96
21	24/05/2021	1,00	15,39	0,00	0,00	1,00	1,00
22	25/05/2021	0,99	16,09	0,04	0,04	0,96	0,96
22	26/05/2021	1,00	17,00	0,04	0,04	0,96	0,96
22	27/05/2021	0,99	14,78	0,04	0,04	0,96	0,96
22	28/05/2021	0,99	15,49	0,04	0,04	0,96	0,96
22	29/05/2021	1,00	17,87	0,00	0,00	1,00	1,00
22	30/05/2021	0,98	16,73	0,04	0,04	0,96	0,96
22	31/05/2021	0,98	15,19	0,04	0,04	0,96	0,96

Anexo 02: Datos de la variable Dependiente

días	FECHA	# de productos no conformes	# total de productos	% de productos conformes	costo unitario	costo unitario planificado	Índice de costo	Rendimiento
36	1/09/2020	33,35	265,14	0,874	487,33	455,00	0,934	0,904
36	2/09/2020	28,66	292,32	0,902	478,59	455,00	0,951	0,926
36	3/09/2020	25,72	277,86	0,907	485,71	455,00	0,937	0,922
36	4/09/2020	25,01	273,41	0,909	488,43	455,00	0,932	0,920
36	5/09/2020	12,03	284,59	0,958	481,25	455,00	0,945	0,952

36	6/09/2020	25,13	289,73	0,913	476,18	455,00	0,956	0,934
37	7/09/2020	30,33	294,43	0,897	486,85	455,00	0,935	0,916
37	8/09/2020	22,12	283,21	0,922	487,36	455,00	0,934	0,928
37	9/09/2020	25,91	296,20	0,913	484,61	455,00	0,939	0,926
37	10/09/2020	22,51	289,37	0,922	487,48	455,00	0,933	0,928
37	11/09/2020	26,86	275,34	0,902	496,35	455,00	0,917	0,910
37	12/09/2020	33,25	274,29	0,879	495,80	455,00	0,918	0,898
37	13/09/2020	30,53	276,45	0,890	489,72	455,00	0,929	0,909
38	14/09/2020	29,19	281,52	0,896	476,61	455,00	0,955	0,925
38	15/09/2020	34,03	285,99	0,881	492,02	455,00	0,925	0,903
38	16/09/2020	26,38	270,42	0,902	479,61	455,00	0,949	0,926
38	17/09/2020	20,30	276,75	0,927	473,28	455,00	0,961	0,944
38	18/09/2020	24,87	270,78	0,908	486,54	455,00	0,935	0,922
38	19/09/2020	35,48	279,87	0,873	492,78	455,00	0,923	0,898
38	20/09/2020	22,94	282,37	0,919	480,74	455,00	0,946	0,933
39	21/09/2020	27,92	291,32	0,904	482,99	455,00	0,942	0,923
39	22/09/2020	10,56	272,15	0,961	486,89	455,00	0,935	0,948
39	23/09/2020	24,73	291,61	0,915	482,34	455,00	0,943	0,929
39	24/09/2020	34,79	296,11	0,883	493,20	455,00	0,923	0,903
39	25/09/2020	20,98	273,47	0,923	487,08	455,00	0,934	0,929
39	26/09/2020	19,37	270,75	0,928	480,01	455,00	0,948	0,938
39	27/09/2020	23,91	281,65	0,915	484,71	455,00	0,939	0,927
40	28/09/2020	35,63	269,15	0,868	485,93	455,00	0,936	0,902
40	29/09/2020	17,55	266,06	0,934	485,74	455,00	0,937	0,935
40	30/09/2020	20,92	291,04	0,928	487,92	455,00	0,933	0,930
40	1/10/2020	22,87	283,70	0,919	484,75	455,00	0,939	0,929
40	2/10/2020	13,60	282,24	0,952	481,83	455,00	0,944	0,948
40	3/10/2020	14,07	273,27	0,949	489,79	455,00	0,929	0,939
40	4/10/2020	32,02	286,64	0,888	489,36	455,00	0,930	0,909
41	5/10/2020	24,34	286,32	0,915	486,98	455,00	0,934	0,925

41	6/10/2020	30,35	263,14	0,885	491,36	455,00	0,926	0,905
41	7/10/2020	21,75	271,55	0,920	494,44	455,00	0,920	0,920
41	8/10/2020	21,06	268,44	0,922	481,48	455,00	0,945	0,933
41	9/10/2020	28,56	270,57	0,894	476,53	455,00	0,955	0,925
41	10/10/2020	34,17	277,77	0,877	478,92	455,00	0,950	0,914
41	11/10/2020	24,13	273,79	0,912	484,61	455,00	0,939	0,925
42	12/10/2020	36,53	290,03	0,874	489,90	455,00	0,929	0,901
42	13/10/2020	41,42	288,40	0,856	484,72	455,00	0,939	0,898
42	14/10/2020	33,87	270,34	0,875	480,30	455,00	0,947	0,911
42	15/10/2020	22,59	272,37	0,917	486,34	455,00	0,936	0,926
42	16/10/2020	38,07	286,00	0,867	482,74	455,00	0,943	0,905
42	17/10/2020	26,01	284,49	0,909	481,70	455,00	0,945	0,927
42	18/10/2020	12,54	273,34	0,954	491,98	455,00	0,925	0,939
43	19/10/2020	26,34	281,21	0,906	479,96	455,00	0,948	0,927
43	20/10/2020	28,50	275,19	0,896	478,28	455,00	0,951	0,924
43	21/10/2020	14,64	277,07	0,947	478,17	455,00	0,952	0,949
43	22/10/2020	33,13	285,86	0,884	488,54	455,00	0,931	0,908
43	23/10/2020	33,34	285,86	0,883	498,02	455,00	0,914	0,899
43	24/10/2020	36,03	259,90	0,861	490,10	455,00	0,928	0,895
43	25/10/2020	30,46	274,04	0,889	487,95	455,00	0,932	0,911
44	26/10/2020	31,91	263,96	0,879	486,47	455,00	0,935	0,907
44	27/10/2020	21,57	286,65	0,925	494,41	455,00	0,920	0,923
44	28/10/2020	25,93	267,71	0,903	494,36	455,00	0,920	0,912
44	29/10/2020	22,33	284,61	0,922	485,59	455,00	0,937	0,929
44	30/10/2020	27,26	265,72	0,897	482,99	455,00	0,942	0,920
44	31/10/2020	18,57	275,19	0,933	489,82	455,00	0,929	0,931
44	1/11/2020	27,51	289,98	0,905	484,01	455,00	0,940	0,923
45	2/11/2020	32,59	281,38	0,884	482,36	455,00	0,943	0,914
45	3/11/2020	12,29	294,28	0,958	493,68	455,00	0,922	0,940

45	4/11/2020	21,39	277,60	0,923	483,90	455,00	0,940	0,932
45	5/11/2020	20,97	285,19	0,926	483,18	455,00	0,942	0,934
45	6/11/2020	23,52	267,47	0,912	476,83	455,00	0,954	0,933
45	7/11/2020	34,11	301,15	0,887	486,83	455,00	0,935	0,911
45	8/11/2020	28,00	292,60	0,904	486,43	455,00	0,935	0,920
46	9/11/2020	18,15	270,72	0,933	483,60	455,00	0,941	0,937
46	10/11/2020	27,45	258,21	0,894	487,48	455,00	0,933	0,914
46	11/11/2020	20,43	281,55	0,927	474,45	455,00	0,959	0,943
46	12/11/2020	17,47	282,91	0,938	485,35	455,00	0,937	0,938
46	13/11/2020	24,00	274,92	0,913	496,30	455,00	0,917	0,915
46	14/11/2020	26,13	283,40	0,908	486,94	455,00	0,934	0,921
46	15/11/2020	25,04	292,94	0,915	487,67	455,00	0,933	0,924
47	16/11/2020	21,61	283,35	0,924	480,05	455,00	0,948	0,936
47	17/11/2020	31,77	284,39	0,888	485,26	455,00	0,938	0,913
47	18/11/2020	15,87	286,58	0,945	480,14	455,00	0,948	0,946
47	19/11/2020	27,58	278,23	0,901	488,73	455,00	0,931	0,916
47	20/11/2020	26,59	286,69	0,907	490,38	455,00	0,928	0,918
47	21/11/2020	27,06	263,26	0,897	487,10	455,00	0,934	0,916
47	22/11/2020	26,03	296,67	0,912	488,92	455,00	0,931	0,921
48	23/11/2020	30,37	283,21	0,893	472,23	455,00	0,964	0,928
48	24/11/2020	33,16	290,08	0,886	483,12	455,00	0,942	0,914
48	25/11/2020	31,99	298,73	0,893	486,86	455,00	0,935	0,914
48	26/11/2020	21,90	281,28	0,922	484,79	455,00	0,939	0,930
48	27/11/2020	27,62	285,39	0,903	487,97	455,00	0,932	0,918
48	28/11/2020	23,13	288,87	0,920	490,86	455,00	0,927	0,923
48	29/11/2020	36,33	283,18	0,872	490,12	455,00	0,928	0,900
49	30/11/2020	19,56	304,29	0,936	480,99	455,00	0,946	0,941
49	1/12/2020	32,63	275,96	0,882	479,70	455,00	0,949	0,915
49	2/12/2020	31,67	282,56	0,888	489,02	455,00	0,930	0,909
49	3/12/2020	39,88	278,37	0,857	491,87	455,00	0,925	0,891

49	4/12/2020	27,28	298,48	0,909	485,16	455,00	0,938	0,923
49	5/12/2020	18,29	289,79	0,937	485,86	455,00	0,936	0,937
49	6/12/2020	27,70	277,05	0,900	482,53	455,00	0,943	0,921
50	7/12/2020	31,22	275,41	0,887	479,64	455,00	0,949	0,918
50	8/12/2020	36,67	279,37	0,869	476,73	455,00	0,954	0,912
50	9/12/2020	28,75	283,33	0,899	477,48	455,00	0,953	0,926
50	10/12/2020	26,38	288,70	0,909	472,95	455,00	0,962	0,935
50	11/12/2020	28,30	277,63	0,898	480,80	455,00	0,946	0,922
50	12/12/2020	34,44	283,26	0,878	481,33	455,00	0,945	0,912
50	13/12/2020	14,11	267,66	0,947	484,62	455,00	0,939	0,943
51	14/12/2020	17,54	267,20	0,934	473,05	455,00	0,962	0,948
51	15/12/2020	17,25	291,78	0,941	476,44	455,00	0,955	0,948
51	16/12/2020	25,10	280,40	0,910	497,84	455,00	0,914	0,912
51	17/12/2020	33,42	284,19	0,882	486,35	455,00	0,936	0,909
51	18/12/2020	22,10	287,64	0,923	489,56	455,00	0,929	0,926
51	19/12/2020	23,83	280,65	0,915	481,27	455,00	0,945	0,930
51	20/12/2020	16,39	281,70	0,942	483,07	455,00	0,942	0,942
52	21/12/2020	24,30	274,85	0,912	492,42	455,00	0,924	0,918
52	22/12/2020	16,90	282,45	0,940	484,77	455,00	0,939	0,939
52	23/12/2020	31,31	285,19	0,890	486,80	455,00	0,935	0,912
52	24/12/2020	25,40	256,32	0,901	486,41	455,00	0,935	0,918
52	25/12/2020	36,31	280,02	0,870	490,20	455,00	0,928	0,899
52	26/12/2020	29,39	284,26	0,897	477,19	455,00	0,954	0,925
52	27/12/2020	19,26	283,60	0,932	489,28	455,00	0,930	0,931
53	28/12/2020	36,93	273,38	0,865	491,83	455,00	0,925	0,895
53	29/12/2020	21,30	299,28	0,929	491,18	455,00	0,926	0,928
53	30/12/2020	28,04	277,14	0,899	485,66	455,00	0,937	0,918
53	31/12/2020	20,92	263,88	0,921	485,31	455,00	0,938	0,929
6	1/02/2021	18,19	302,70	0,940	462,98	455,00	0,983	0,961

6	2/02/2021	17,24	283,56	0,939	464,58	455,00	0,979	0,959
6	3/02/2021	18,11	292,96	0,938	463,00	455,00	0,983	0,960
6	4/02/2021	11,88	307,70	0,961	456,43	455,00	0,997	0,979
6	5/02/2021	12,43	303,67	0,959	459,71	455,00	0,990	0,974
6	6/02/2021	16,91	301,41	0,944	462,01	455,00	0,985	0,964
6	7/02/2021	17,52	294,37	0,940	459,89	455,00	0,989	0,965
7	8/02/2021	11,53	300,07	0,962	465,01	455,00	0,978	0,970
7	9/02/2021	16,95	295,17	0,943	463,88	455,00	0,981	0,962
7	10/02/2021	14,35	294,87	0,951	467,69	455,00	0,973	0,962
7	11/02/2021	17,92	309,80	0,942	460,96	455,00	0,987	0,965
7	12/02/2021	17,52	285,37	0,939	457,28	455,00	0,995	0,967
7	13/02/2021	19,63	298,08	0,934	459,76	455,00	0,990	0,962
7	14/02/2021	13,13	290,93	0,955	458,64	455,00	0,992	0,973
8	15/02/2021	15,94	298,05	0,947	453,90	455,00	1,002	0,974
8	16/02/2021	18,63	316,12	0,941	460,34	455,00	0,988	0,965
8	17/02/2021	19,41	311,18	0,938	457,34	455,00	0,995	0,966
8	18/02/2021	10,15	289,19	0,965	461,43	455,00	0,986	0,975
8	19/02/2021	13,69	315,04	0,957	465,94	455,00	0,977	0,967
8	20/02/2021	15,17	308,72	0,951	459,99	455,00	0,989	0,970
8	21/02/2021	11,37	291,12	0,961	459,46	455,00	0,990	0,976
9	22/02/2021	19,32	301,28	0,936	455,65	455,00	0,999	0,967
9	23/02/2021	12,82	298,61	0,957	465,25	455,00	0,978	0,968
9	24/02/2021	18,97	304,58	0,938	460,81	455,00	0,987	0,963
9	25/02/2021	11,23	297,72	0,962	460,17	455,00	0,989	0,976
9	26/02/2021	14,56	297,88	0,951	462,44	455,00	0,984	0,968
9	27/02/2021	15,19	298,37	0,949	467,12	455,00	0,974	0,962
9	28/02/2021	10,99	289,03	0,962	463,96	455,00	0,981	0,971
10	1/03/2021	8,56	296,86	0,971	459,12	455,00	0,991	0,981
10	2/03/2021	9,36	293,81	0,968	460,09	455,00	0,989	0,979
10	3/03/2021	11,28	300,00	0,962	464,93	455,00	0,979	0,971
10	4/03/2021	7,16	303,73	0,976	461,47	455,00	0,986	0,981

10	5/03/2021	7,47	285,33	0,974	462,42	455,00	0,984	0,979
10	6/03/2021	10,53	294,64	0,964	461,75	455,00	0,985	0,975
10	7/03/2021	7,37	298,27	0,975	465,32	455,00	0,978	0,977
11	8/03/2021	13,87	290,59	0,952	458,99	455,00	0,991	0,972
11	9/03/2021	7,84	300,17	0,974	460,67	455,00	0,988	0,981
11	10/03/2021	15,44	300,54	0,949	462,19	455,00	0,984	0,967
11	11/03/2021	8,37	297,90	0,972	462,76	455,00	0,983	0,978
11	12/03/2021	10,48	297,07	0,965	459,27	455,00	0,991	0,978
11	13/03/2021	18,40	302,79	0,939	457,80	455,00	0,994	0,967
11	14/03/2021	7,58	292,46	0,974	463,34	455,00	0,982	0,978
12	15/03/2021	15,70	297,69	0,947	459,16	455,00	0,991	0,969
12	16/03/2021	10,37	302,90	0,966	463,72	455,00	0,981	0,973
12	17/03/2021	13,09	307,10	0,957	457,83	455,00	0,994	0,976
12	18/03/2021	14,85	306,96	0,952	457,71	455,00	0,994	0,973
12	19/03/2021	10,92	301,49	0,964	463,83	455,00	0,981	0,972
12	20/03/2021	2,47	299,03	0,992	458,43	455,00	0,993	0,992
12	21/03/2021	10,36	315,55	0,967	460,77	455,00	0,987	0,977
13	22/03/2021	13,11	294,57	0,955	464,37	455,00	0,980	0,968
13	23/03/2021	13,71	297,17	0,954	459,12	455,00	0,991	0,972
13	24/03/2021	7,58	298,61	0,975	463,76	455,00	0,981	0,978
13	25/03/2021	9,58	296,87	0,968	464,63	455,00	0,979	0,973
13	26/03/2021	6,62	301,60	0,978	461,15	455,00	0,987	0,982
13	27/03/2021	9,50	296,49	0,968	462,40	455,00	0,984	0,976
13	28/03/2021	15,73	298,70	0,947	459,48	455,00	0,990	0,969
14	29/03/2021	10,11	301,55	0,966	460,41	455,00	0,988	0,977
14	30/03/2021	9,95	301,28	0,967	463,25	455,00	0,982	0,975
14	31/03/2021	7,06	289,81	0,976	466,00	455,00	0,976	0,976
14	1/04/2021	7,40	302,10	0,976	459,05	455,00	0,991	0,983
14	2/04/2021	9,96	298,22	0,967	459,26	455,00	0,991	0,979

14	3/04/2021	7,49	299,87	0,975	460,21	455,00	0,989	0,982
14	4/04/2021	12,38	302,51	0,959	457,85	455,00	0,994	0,976
15	5/04/2021	14,47	300,29	0,952	463,56	455,00	0,982	0,967
15	6/04/2021	3,08	300,59	0,990	464,64	455,00	0,979	0,985
15	7/04/2021	6,20	293,49	0,979	464,00	455,00	0,981	0,980
15	8/04/2021	8,61	296,97	0,971	457,02	455,00	0,996	0,983
15	9/04/2021	12,96	297,08	0,956	456,70	455,00	0,996	0,976
15	10/04/2021	8,10	305,40	0,973	463,55	455,00	0,982	0,978
15	11/04/2021	14,55	303,82	0,952	455,82	455,00	0,998	0,975
16	12/04/2021	12,94	305,47	0,958	461,48	455,00	0,986	0,972
16	13/04/2021	9,25	296,31	0,969	458,10	455,00	0,993	0,981
16	14/04/2021	14,75	290,68	0,949	456,38	455,00	0,997	0,973
16	15/04/2021	17,02	302,38	0,944	461,51	455,00	0,986	0,965
16	16/04/2021	10,24	294,08	0,965	468,66	455,00	0,971	0,968
16	17/04/2021	17,13	306,71	0,944	461,02	455,00	0,987	0,966
16	18/04/2021	13,33	300,31	0,956	459,32	455,00	0,991	0,973
17	19/04/2021	12,10	312,05	0,961	464,84	455,00	0,979	0,970
17	20/04/2021	8,23	294,89	0,972	464,79	455,00	0,979	0,976
17	21/04/2021	15,83	296,09	0,947	455,11	455,00	1,000	0,973
17	22/04/2021	11,59	295,53	0,961	456,31	455,00	0,997	0,979
17	23/04/2021	8,93	291,50	0,969	464,72	455,00	0,979	0,974
17	24/04/2021	9,19	292,55	0,969	458,65	455,00	0,992	0,980
17	25/04/2021	10,50	305,63	0,966	460,39	455,00	0,988	0,977
18	26/04/2021	11,02	298,74	0,963	461,98	455,00	0,985	0,974
18	27/04/2021	8,63	301,93	0,971	461,35	455,00	0,986	0,979
18	28/04/2021	6,50	301,14	0,978	466,04	455,00	0,976	0,977
18	29/04/2021	11,05	294,60	0,962	457,30	455,00	0,995	0,979
18	30/04/2021	14,78	301,18	0,951	454,77	455,00	1,001	0,976
18	1/05/2021	4,63	287,14	0,984	464,15	455,00	0,980	0,982
18	2/05/2021	11,95	296,78	0,960	461,43	455,00	0,986	0,973

19	3/05/2021	5,41	289,08	0,981	466,21	455,00	0,976	0,979
19	4/05/2021	10,35	309,35	0,967	461,82	455,00	0,985	0,976
19	5/05/2021	6,06	290,82	0,979	461,08	455,00	0,987	0,983
19	6/05/2021	10,94	304,00	0,964	463,14	455,00	0,982	0,973
19	7/05/2021	6,61	302,65	0,978	459,66	455,00	0,990	0,984
19	8/05/2021	10,06	299,77	0,966	459,59	455,00	0,990	0,978
19	9/05/2021	7,58	296,93	0,974	459,62	455,00	0,990	0,982
20	10/05/2021	12,09	309,01	0,961	458,86	455,00	0,992	0,976
20	11/05/2021	10,31	306,62	0,966	464,23	455,00	0,980	0,973
20	12/05/2021	13,27	299,02	0,956	461,77	455,00	0,985	0,970
20	13/05/2021	6,35	288,97	0,978	463,27	455,00	0,982	0,980
20	14/05/2021	11,96	300,26	0,960	463,21	455,00	0,982	0,971
20	15/05/2021	2,36	294,16	0,992	456,80	455,00	0,996	0,994
20	16/05/2021	2,33	297,45	0,992	465,11	455,00	0,978	0,985
21	17/05/2021	8,42	293,79	0,971	456,89	455,00	0,996	0,984
21	18/05/2021	6,23	294,91	0,979	456,94	455,00	0,996	0,987
21	19/05/2021	17,54	296,86	0,941	459,86	455,00	0,989	0,965
21	20/05/2021	4,93	289,15	0,983	457,85	455,00	0,994	0,988
21	21/05/2021	12,71	295,83	0,957	461,46	455,00	0,986	0,972
21	22/05/2021	8,25	296,70	0,972	458,87	455,00	0,992	0,982
21	23/05/2021	8,76	309,43	0,972	461,53	455,00	0,986	0,979
22	24/05/2021	9,29	311,10	0,970	460,14	455,00	0,989	0,979
22	25/05/2021	11,37	289,05	0,961	454,35	455,00	1,001	0,981
22	26/05/2021	8,24	306,35	0,973	457,56	455,00	0,994	0,984
22	27/05/2021	15,29	296,97	0,949	464,80	455,00	0,979	0,964
22	28/05/2021	9,88	305,12	0,968	462,91	455,00	0,983	0,975
22	29/05/2021	12,42	284,59	0,956	461,40	455,00	0,986	0,971
22	30/05/2021	5,62	295,96	0,981	459,18	455,00	0,991	0,986
22	31/05/2021	8,25	307,95	0,973	460,18	455,00	0,989	0,981

Anexo 3

Variable Independiente: Implementación de Sistema SCADA.

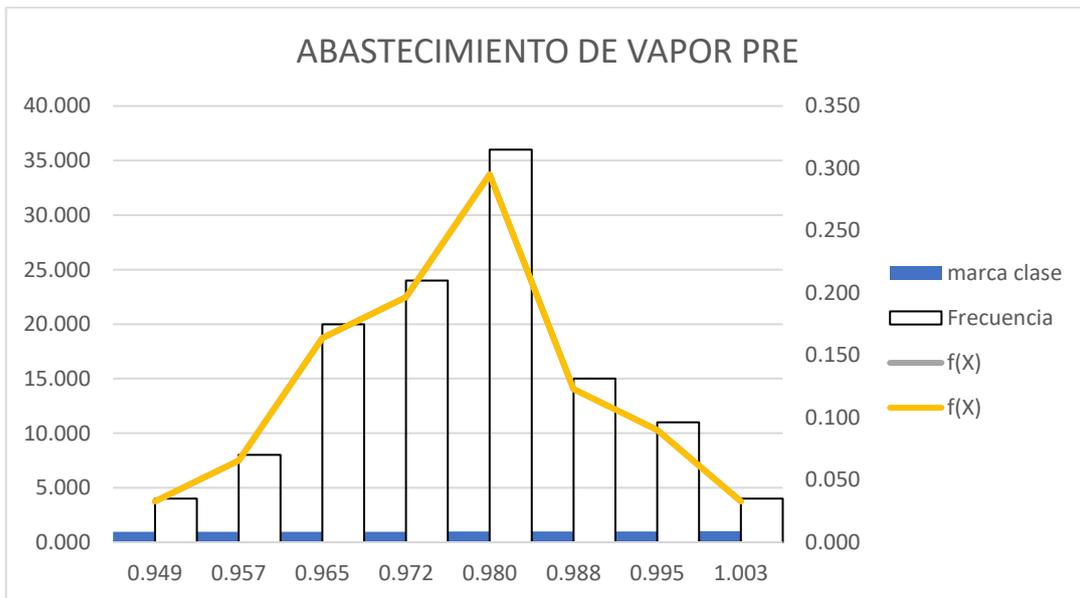
Dimensión: Supervisión

SUPERVISION PRE			
<i>Abastecimiento de vapor</i>		<i>Ratio de consumo de gas</i>	
Media	0,976843186	Media	14,74623584
Error típico	0,001124142	Error típico	0,121954151
Mediana	0,977331379	Mediana	14,57859274
Moda	#N/D	Moda	#N/D
Desviación estándar	0,012416549	Desviación estándar	1,347027621
Varianza de la muestra	0,000154171	Varianza de la muestra	1,814483411
Curtosis	-0,09957783	Curtosis	-0,338380506
Coefficiente de asimetría	0,078826016	Coefficiente de asimetría	0,240614563
Rango	0,061310493	Rango	6,282007335
Mínimo	0,945522488	Mínimo	12,04042596
Máximo	1,006832981	Máximo	18,32243329
Suma	119,1748687	Suma	1799,040772
Cuenta	119	Cuenta	119
Mayor (1)	1,006832981	Mayor (1)	18,32243329
Menor (1)	0,945522488	Menor (1)	12,04042596
Nivel de confianza (95.0%)	0,002225535	Nivel de confianza (95.0%)	0,241440408
	0,012710893		0,091347218
SUPERVISION POST			
<i>Abastecimiento de vapor</i>		<i>Ratio de consumo de gas</i>	
Media	0,989455426	Media	15,66806979
Error típico	0,000626188	Error típico	0,087426206
Mediana	0,989987877	Mediana	15,59887684
Moda	#N/D	Moda	#N/D
Desviación estándar	0,006859542	Desviación estándar	0,957706107
Varianza de la muestra	4,70533E-05	Varianza de la muestra	0,917200988
Curtosis	-0,836884079	Curtosis	-0,251998315
Coefficiente de asimetría	-0,074238979	Coefficiente de asimetría	0,185328484
Rango	0,026534502	Rango	4,487800576
Mínimo	0,976161135	Mínimo	13,38517447
Máximo	1,002695637	Máximo	17,87297504
Suma	118,7346512	Suma	1880,168375
Cuenta	119	Cuenta	119
Mayor (1)	1,002695637	Mayor (1)	17,87297504
Menor (1)	0,976161135	Menor (1)	13,38517447
Nivel de confianza (95.0%)	0,001239914	Nivel de confianza (95.0%)	0,17311262
	0,006932643		0,061124703

Histograma Pre

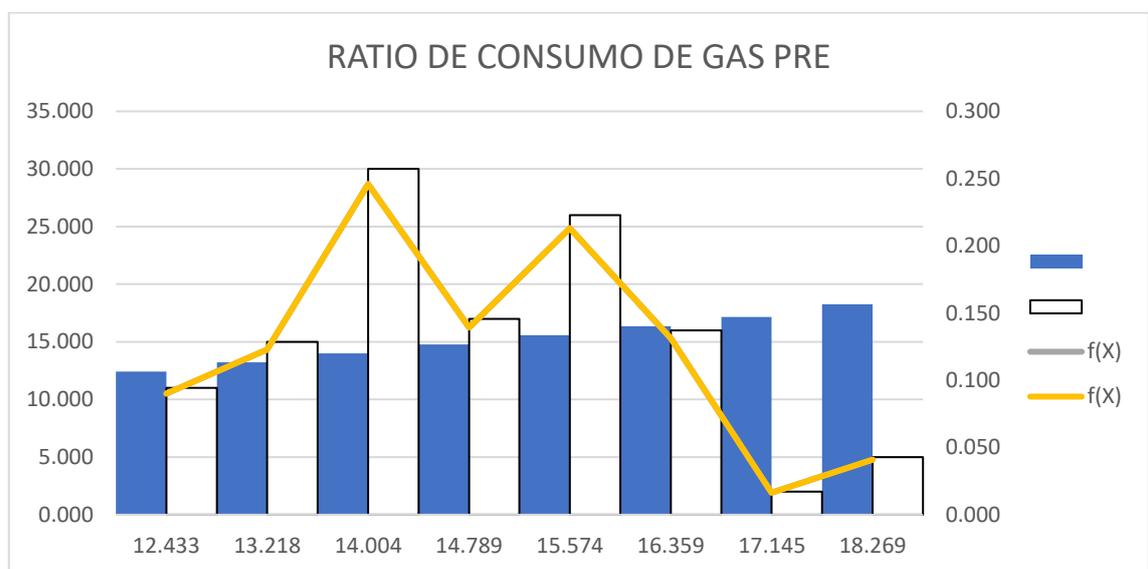
ABASTECIMIENTO DE VAPOR PRE
 FORMULA $K=1+3.322 \cdot \text{LOG}_{10}(N) \cdot N^{\circ}$ OBSERVACIONES

K	7,930887	8	N° Observacion		FR	FA
ancho intervalo	0,0076638		marca clase	Frecuencia	f(X)	F(x)
	LII	LSI				
11	0,946	0,953	0,949	4	0,033	0,033
12	0,953	0,961	0,957	8	0,066	0,098
13	0,961	0,969	0,965	20	0,164	0,262
14	0,969	0,976	0,972	24	0,197	0,459
15	0,976	0,984	0,980	36	0,295	0,754
16	0,984	0,992	0,988	15	0,123	0,877
17	0,992	0,999	0,995	11	0,090	0,967
18	0,999	1,007	1,003	4	0,033	1,000



RATIO DE CONSUMO DE GAS PRE
 FORMULA $K=1+3.322 \cdot \text{LOG}_{10}(N)N^{\circ}$ OBSERVACIONES

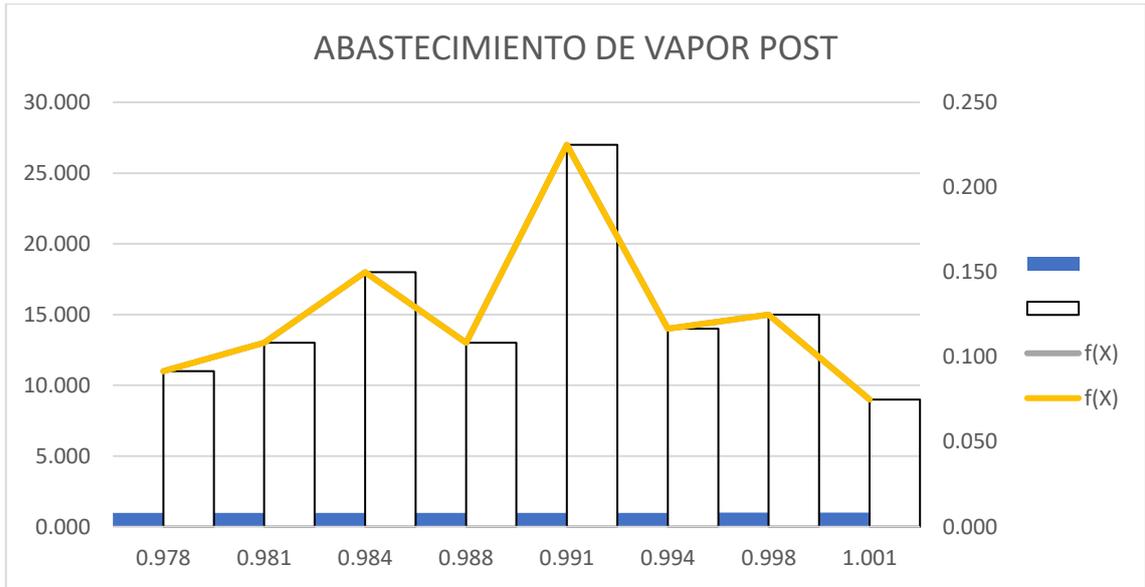
K	7,930887	8	N° Observacion		FR	FA
ancho intervalo		0,7852509	marca clase	Frecuencia	f(X)	F(X)
	LII	LSI				
I1	12,040	12,826	12,433	11	0,090	0,090
I2	12,826	13,611	13,218	15	0,123	0,213
I3	13,611	14,396	14,004	30	0,246	0,459
I4	14,396	15,181	14,789	17	0,139	0,598
I5	15,181	15,967	15,574	26	0,213	0,811
I6	15,967	16,752	16,359	16	0,131	0,943
I7	16,752	17,537	17,145	2	0,016	0,959
I8	17,537	19,000	18,269	5	0,041	1,000



Histograma Post

ABASTECIMIENTO DE VAPOR POST
 FORMULA $K=1+3.322 \cdot \text{LOG}_{10}(N)N^{\circ}$ OBSERVACIONES

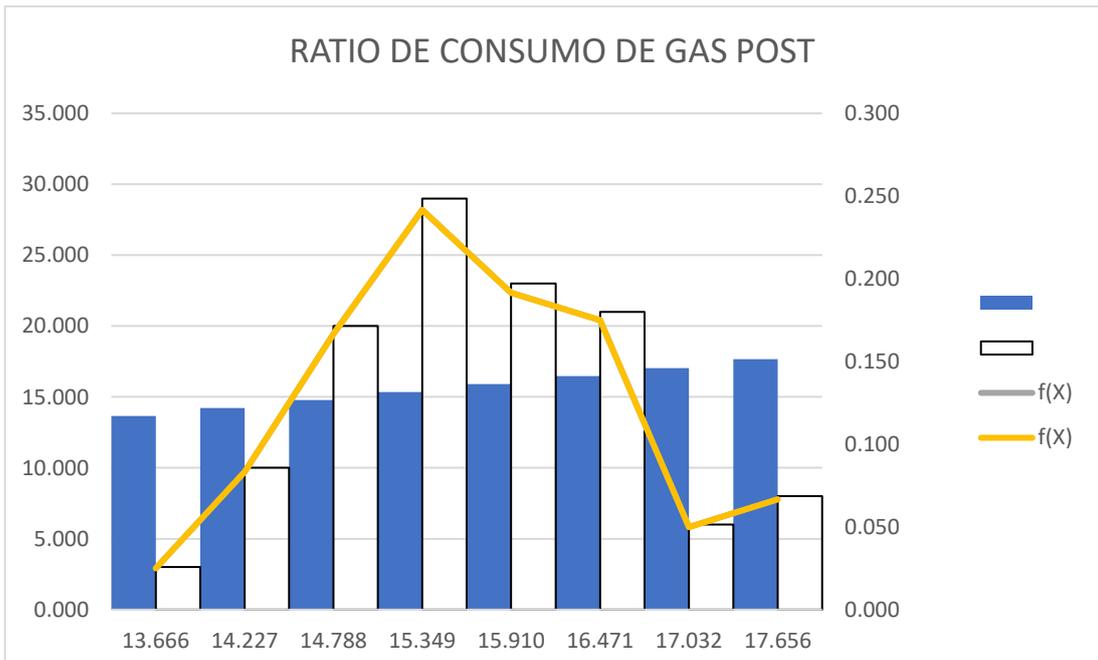
K	7,907040	8	N° Observacion		FR	FA
		0,0033168	marca clase	Frecuencia	f(X)	F(x)
	LII	LSI				
I1	0,976	0,979	0,978	11	0,092	0,092
I2	0,979	0,983	0,981	13	0,108	0,200
I3	0,983	0,986	0,984	18	0,150	0,350
I4	0,986	0,989	0,988	13	0,108	0,458
I5	0,989	0,993	0,991	27	0,225	0,683
I6	0,993	0,996	0,994	14	0,117	0,800
I7	0,996	0,999	0,998	15	0,125	0,925
I8	0,999	1,003	1,001	9	0,075	1,000



RATIO DE CONSUMO DE GAS POST

FORMULA $K=1+3.322 \cdot \text{LOG}_{10}(N) \cdot N^{\circ}$ OBSERVACIONES

K	7,907040	8	N° Observacion		FR	FA
		0,5609751	marca clase	Frecuencia	f(X)	F(x)
	LII	LSI				
I1	13,385	13,946	13,666	3	0,025	0,025
I2	13,946	14,507	14,227	10	0,083	0,108
I3	14,507	15,068	14,788	20	0,167	0,275
I4	15,068	15,629	15,349	29	0,242	0,517
I5	15,629	16,190	15,910	23	0,192	0,708
I6	16,190	16,751	16,471	21	0,175	0,883
I7	16,751	17,312	17,032	6	0,050	0,933
I8	17,312	18,000	17,656	8	0,067	1,000



Dimensión: Confiabilidad

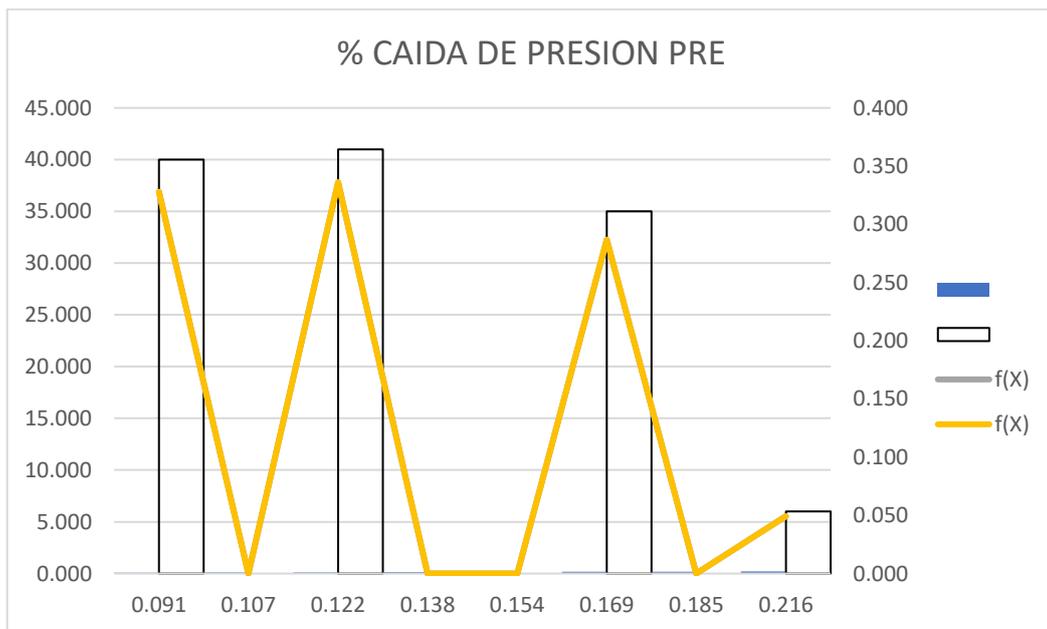
CONFIABILIDAD PRE			
% de caídas de presión		% de caídas de temperatura	
Media	0,12739071	Media	0,12739071
Error típico	0,003405266	Error típico	0,003405266
Mediana	0,125	Mediana	0,125
Moda	0,125	Moda	0,125
Desviación estándar	0,037612389	Desviación estándar	0,037612389
Varianza de la muestra	0,001414692	Varianza de la muestra	0,001414692
Curtosis	-0,942841498	Curtosis	-0,942841498
Coefficiente de asimetría	0,297047129	Coefficiente de asimetría	0,297047129
Rango	0,125	Rango	0,125
Mínimo	0,083333333	Mínimo	0,083333333
Máximo	0,208333333	Máximo	0,208333333
Suma	15,54166667	Suma	15,54166667
Cuenta	119	Cuenta	119
Mayor (1)	0,208333333	Mayor (1)	0,208333333
Menor (1)	0,083333333	Menor (1)	0,083333333
Nivel de confianza (95.0%)	0,006741622	Nivel de confianza (95.0%)	0,006741622
	0,295252213		0,295252213
CONFIABILIDAD POST			
% de caídas de presión		% de caídas de temperatura	
Media	0,032291667	Media	0,032291667
Error típico	0,002977576	Error típico	0,002977576
Mediana	0,041666667	Mediana	0,041666667
Moda	0	Moda	0
Desviación estándar	0,032617712	Desviación estándar	0,032617712
Varianza de la muestra	0,001063915	Varianza de la muestra	0,001063915
Curtosis	-1,24682854	Curtosis	-1,24682854
Coefficiente de asimetría	0,420251252	Coefficiente de asimetría	0,420251252
Rango	0,083333333	Rango	0,083333333
Mínimo	0	Mínimo	0
Máximo	0,083333333	Máximo	0,083333333
Suma	3,875	Suma	3,875
Cuenta	119	Cuenta	119
Mayor (1)	0,083333333	Mayor (1)	0,083333333
Menor (1)	0	Menor (1)	0
Nivel de confianza (95.0%)	0,005895898	Nivel de confianza (95.0%)	0,005895898
	1,010096894		1,010096894

Histograma Pre

% CAIDA DE PRESION PRE

FORMULA $K=1+3.322 \cdot \log_{10}(N) \cdot N^{\circ}$ OBSERVACIONES

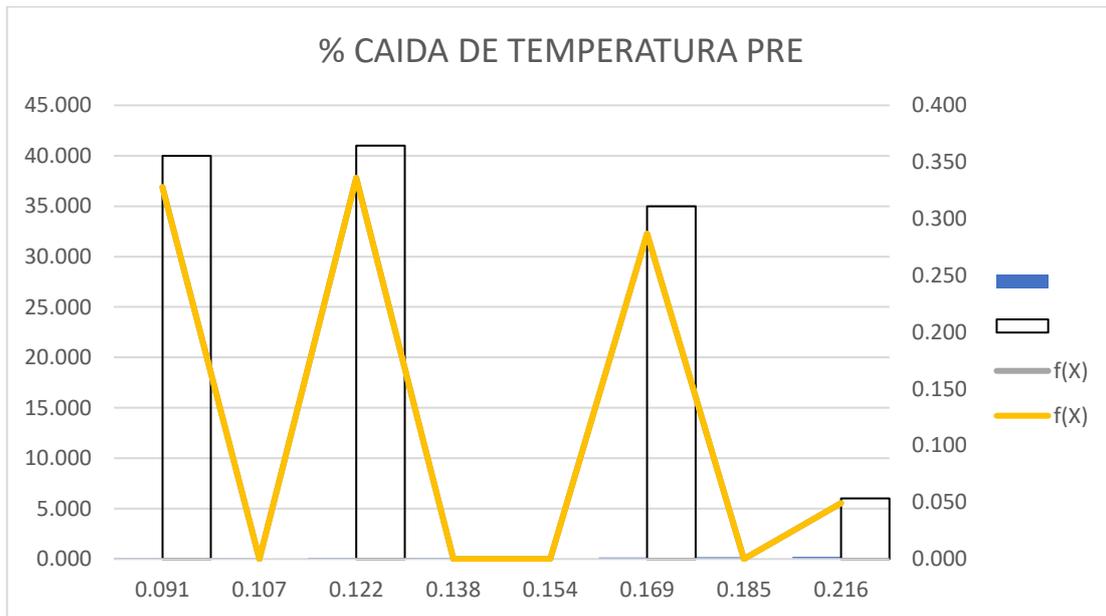
K	7,930887	8	N° Observacion		FR	FA
ancho intervalo	0,015625		marca clase	Frecuencia	f(X)	F(X)
	LII	LSI				
I1	0,083	0,099	0,091	40	0,328	0,328
I2	0,099	0,115	0,107	0	0,000	0,328
I3	0,115	0,130	0,122	41	0,336	0,664
I4	0,130	0,146	0,138	0	0,000	0,664
I5	0,146	0,161	0,154	0	0,000	0,664
I6	0,161	0,177	0,169	35	0,287	0,951
I7	0,177	0,193	0,185	0	0,000	0,951
I8	0,193	0,240	0,216	6	0,049	1,000



% DE CAIDA DE TEMPERATURA PRE

FORMULA $K=1+3.322 \cdot \text{LOG}_{10}(N) \cdot N^{\circ} \text{OBSERVACIONES}$

K	7,930887	8	N° Observacion		FR	FA
ancho intervalo		0,015625	marca clase	Frecuencia	f(X)	F(X)
	LII	LSI				
I1	0,083	0,099	0,091	40	0,328	0,328
I2	0,099	0,115	0,107	0	0,000	0,328
I3	0,115	0,130	0,122	41	0,336	0,664
I4	0,130	0,146	0,138	0	0,000	0,664
I5	0,146	0,161	0,154	0	0,000	0,664
I6	0,161	0,177	0,169	35	0,287	0,951
I7	0,177	0,193	0,185	0	0,000	0,951
I8	0,193	0,240	0,216	6	0,049	1,000

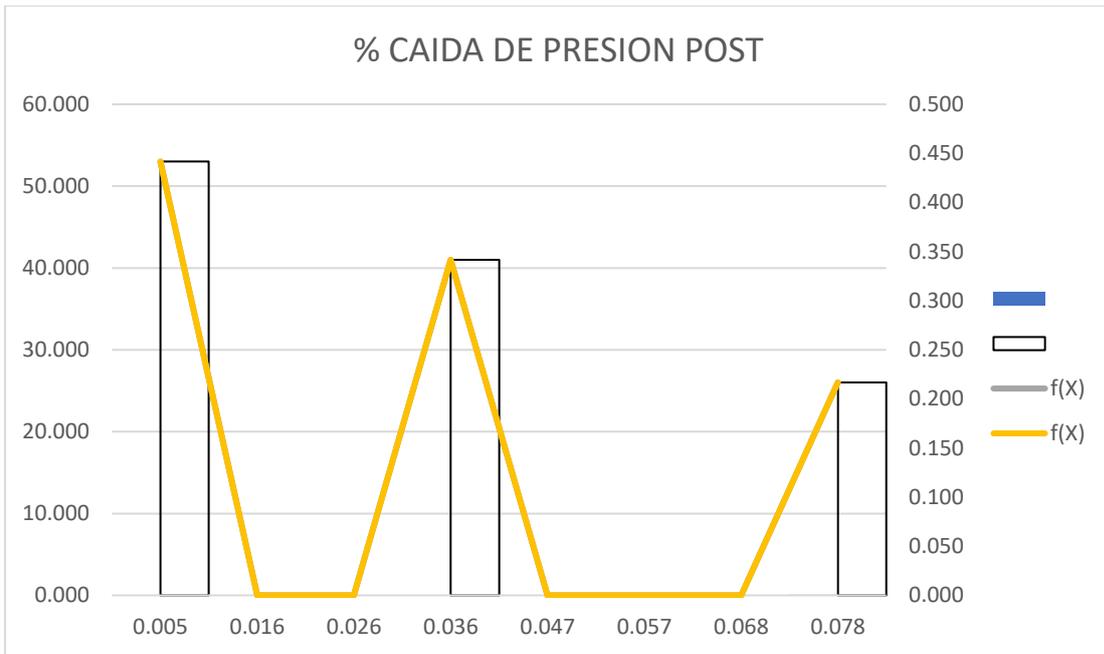


Histograma Post

% CAIDA DE PRESION POST

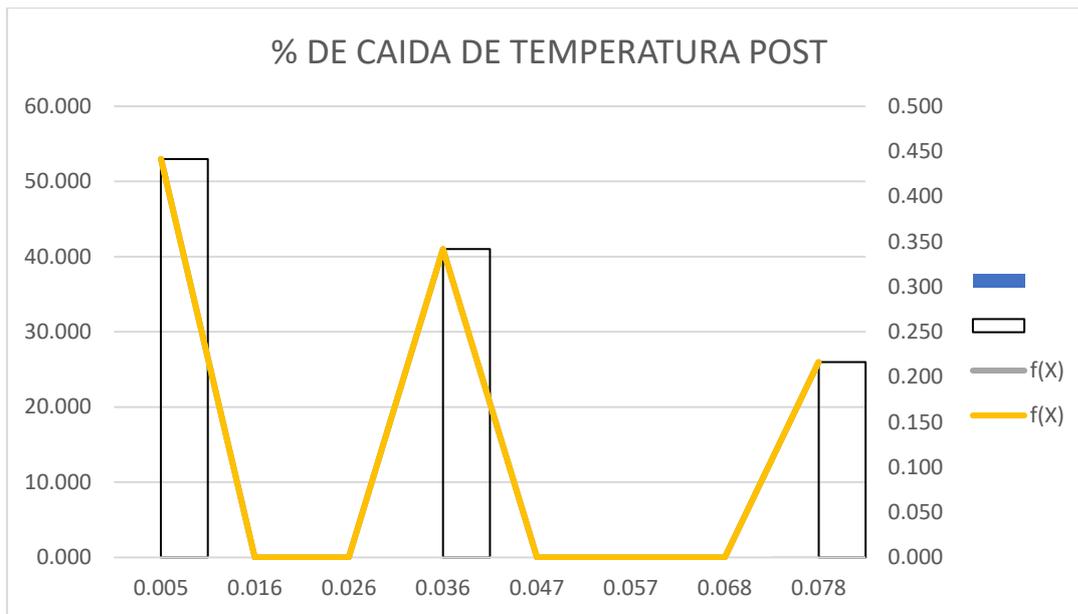
FORMULA $K=1+3.322 \cdot \text{LOG}_{10}(N) \cdot N^{\circ} \text{OBSERVACIONES}$

K	7,907040	8	N° Observacion		FR	FA
ancho intervalo		0,0104167	marca clase	Frecuencia	f(X)	F(x)
	LII	LSI				
I1	0,000	0,010	0,005	53	0,442	0,442
I2	0,010	0,021	0,016	0	0,000	0,442
I3	0,021	0,031	0,026	0	0,000	0,442
I4	0,031	0,042	0,036	41	0,342	0,783
I5	0,042	0,052	0,047	0	0,000	0,783
I6	0,052	0,063	0,057	0	0,000	0,783
I7	0,063	0,073	0,068	0	0,000	0,783
I8	0,073	0,083	0,078	26	0,217	1,000



% DE CAIDA DE TEMPERATURA POST
 FORMULA $K=1+3.322 \cdot \log_{10}(N)$ N° OBSERVACIONES

K	7,907040	8	N° Observacion		FR	FA
		0,0104167	marca clase	Frecuencia	f(X)	F(x)
	LII	LSI				
I1	0,000	0,010	0,005	53	0,442	0,442
I2	0,010	0,021	0,016	0	0,000	0,442
I3	0,021	0,031	0,026	0	0,000	0,442
I4	0,031	0,042	0,036	41	0,342	0,783
I5	0,042	0,052	0,047	0	0,000	0,783
I6	0,052	0,063	0,057	0	0,000	0,783
I7	0,063	0,073	0,068	0	0,000	0,783
I8	0,073	0,083	0,078	26	0,217	1,000



Variable Dependiente: Rendimiento

Dimensión: Calidad

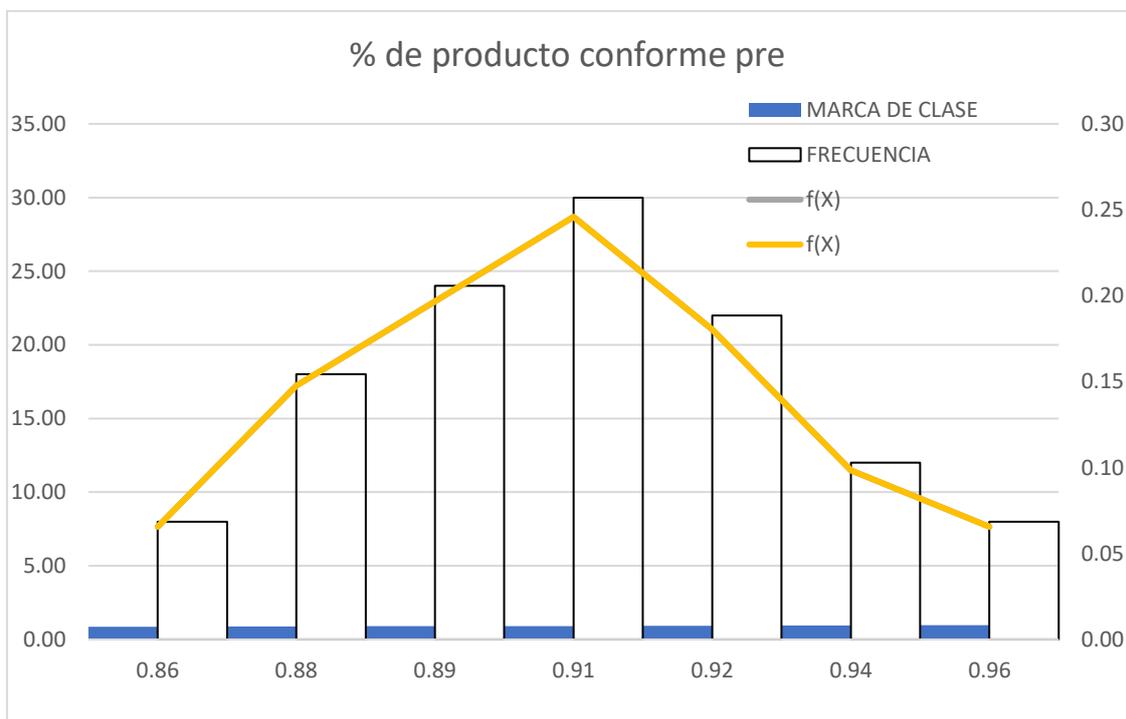
CALIDAD PRE		CALIDAD POTS	
<i>% de productos conformes</i>		<i>% de productos conformes</i>	
Media	0,906978887	Media	0,962042511
Error típico	0,002151338	Error típico	0,00123263
Mediana	0,907609017	Mediana	0,962799185
Moda	#N/D	Moda	#N/D
Desviación estándar	0,023762306	Desviación estándar	0,013502783
Varianza de la muestra	0,000564647	Varianza de la muestra	0,000182325
Curtosis	-0,500750503	Curtosis	-0,555928803
Coefficiente de asimetría	0,089012055	Coefficiente de asimetría	-0,084605929
Rango	0,104829423	Rango	0,058037783
Mínimo	0,856374006	Mínimo	0,934128184
Máximo	0,961203428	Máximo	0,992165967
Suma	110,6514243	Suma	115,4451013
Cuenta	119	Cuenta	119
Mayor (1)	0,961203428	Mayor (1)	0,992165967
Menor (1)	0,856374006	Menor (1)	0,934128184
Nivel de confianza (95.0%)	0,004259141	Nivel de confianza (95.0%)	0,00244073
coeficiente de varianza	0,026199404	coeficiente de varianza	0,014035536

Histograma Pre.

% DE PRODUCTOS CONFORMES PRE

FORMULA $K=1+3.322 \cdot \log_{10}(N)N^{\circ}$ OBSERVACIONES

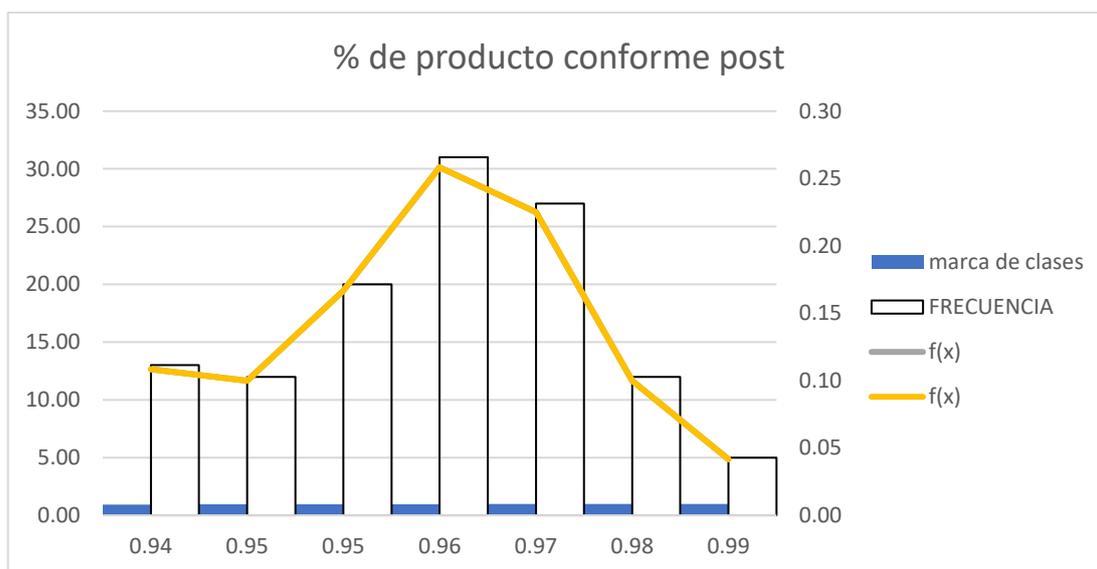
k	7,93		7			
	ANCHO DE INTERVALO		0,0150	RANGO/# INTERVALO	F.R	F.A
	LII	LSI	MARCA DE CLASE	FRECUENCIA	f(x)	F(x)
11	0,86	0,87	0,86	8	0,07	0,07
12	0,87	0,89	0,88	18	0,15	0,21
13	0,89	0,90	0,89	24	0,20	0,41
14	0,90	0,92	0,91	30	0,25	0,66
15	0,92	0,93	0,92	22	0,18	0,84
16	0,93	0,95	0,94	12	0,10	0,93
17	0,95	0,97	0,96	8	0,07	1,00



Histograma Post

% DE PRODUCTOS CONFORMES POST
 FORMULA $K=1+3.322 \cdot \text{LOG}_{10}(N) \cdot N^{\circ}$ OBSERVACIONES

K=	7,91	7				
	ancho intervalo		0,0083	rango/n° intervalo	F.relativo	F.acumulada
	LII	LSI	marca de clases	FRECUENCIA	f(x)	F(x)
L1	0,93	0,94	0,94	13	0,11	0,11
L2	0,94	0,95	0,95	12	0,10	0,21
L3	0,95	0,96	0,95	20	0,17	0,38
L4	0,96	0,97	0,96	31	0,26	0,63
L5	0,97	0,98	0,97	27	0,23	0,86
L6	0,98	0,98	0,98	12	0,10	0,96
L7	0,98	0,99	0,99	5	0,04	1,00



Dimensión: Costos

COSTO PRE		COSTO POTS	
Índice de costo		Índice de costo	
Media	0,937643858	Media	0,987028377
Error típico	0,000975927	Error típico	0,000603989
Mediana	0,936739491	Mediana	0,98700205
Moda	#N/D	Moda	#N/D
Desviación estándar	0,010779465	Desviación estándar	0,006616369
Varianza de la muestra	0,000116197	Varianza de la muestra	4,37763E-05

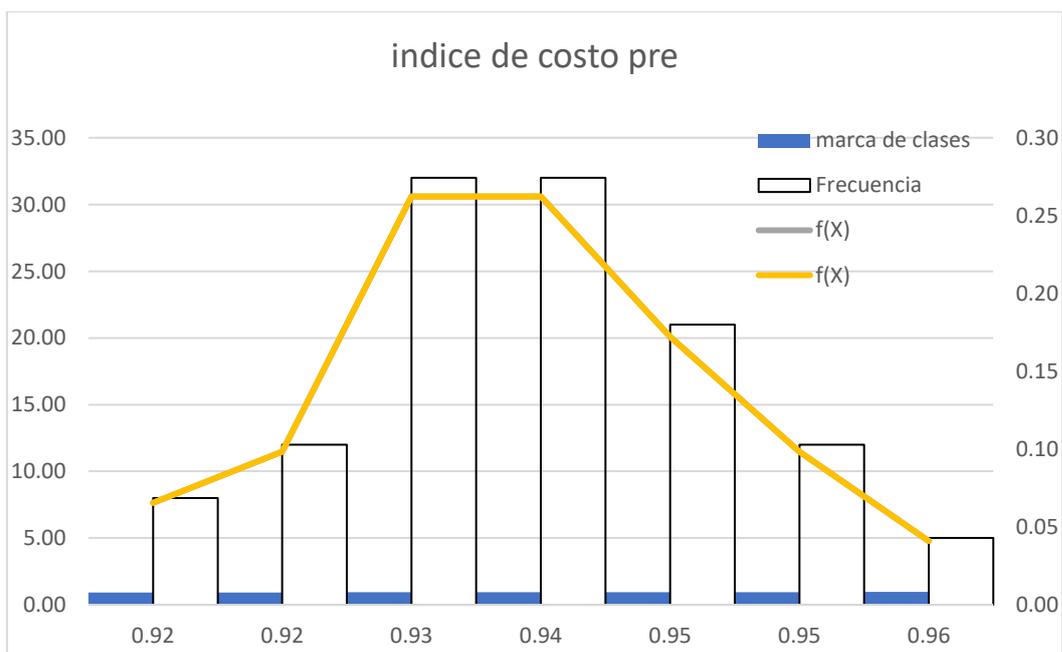
Curtosis	-0,211035078	Curtosis	-0,514300167
Coeficiente de asimetría	0,175163157	Coeficiente de asimetría	0,025264017
Rango	0,049885615	Rango	0,031573809
Mínimo	0,913618039	Mínimo	0,970857948
Máximo	0,963503654	Máximo	1,002431756
Suma	114,3925506	Suma	118,4434053
Cuenta	119	Cuenta	119
Mayor (1)	0,963503654	Mayor (1)	1,002431756
Menor (1)	0,913618039	Menor (1)	0,970857948
Nivel de confianza (95.0%)	0,001932105	Nivel de confianza (95.0%)	0,001195959
coeficiente de varianza	0,011496332	coeficiente de varianza	0,006703321

Histograma Pre

INDICE DE COSTO PRE

FORMULA $K=1+3.322 \cdot \log_{10}(N)$ N° OBSERVACIONES

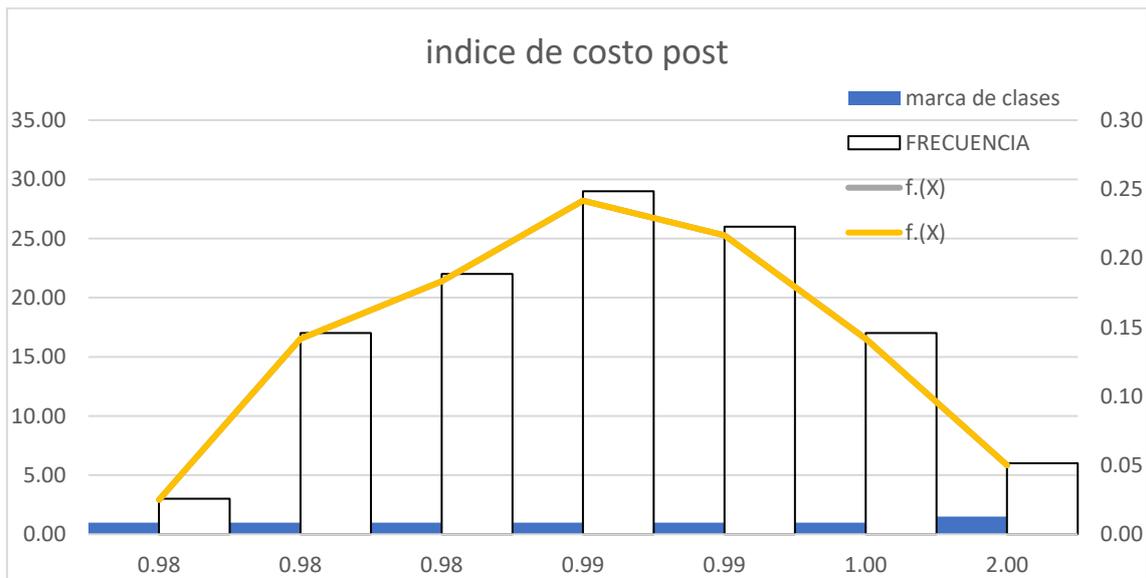
K=	7,93	7				
	ancho intervalo		0,0071	rango/n° intervalo	F.relativa	F.acumulada
	LII	LSI	marca de clases	Frecuencia	f(X)	F(x)
L1	0,91	0,92	0,92	8	0,07	0,07
L2	0,92	0,93	0,92	12	0,10	0,16
L3	0,93	0,93	0,93	32	0,26	0,43
L4	0,93	0,94	0,94	32	0,26	0,69
L5	0,94	0,95	0,95	21	0,17	0,86
L6	0,95	0,96	0,95	12	0,10	0,96
L7	0,96	0,96	0,96	5	0,04	1,00



Histograma Post

INDICE DE COSTO POST
 FORMULA $K=1+3.322 \cdot \text{LOG}_{10}(N)N^{\frac{1}{4}}$ OBSERVACIONES

K=	7,91	7				
	ancho intervalo		0,0045	rango/n° intervalo	F.relativa	F.acumulada
	LII	LSI	marca de clases	FRECUENCIA	f.(X)	F(x)
L1	0,97	0,98	0,97	3	0,03	0,03
L2	0,98	0,98	0,98	17	0,14	0,17
L3	0,98	0,98	0,98	22	0,18	0,35
L4	0,98	0,99	0,99	29	0,24	0,59
L5	0,99	0,99	0,99	26	0,22	0,81
L6	0,99	1,00	1,00	17	0,14	0,95
L7	1,00	2,00	1,50	6	0,05	1,00



Anexo 04: Matriz de consistencia

TITULO: Implementación de Sistema SCADA en la Sala de Calderos para Mejorar el Rendimiento de la Empresa Papelera, El Agustino - 2021.									
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE (S)	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FORMULA	METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	V. Independiente						
PG: ¿De qué manera la implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos mejora el rendimiento de una empresa papelera, El Agustino - 2021?	OG: Determinar de qué manera la implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos mejorará el rendimiento de una empresa papelera, EL Agustino - 2021	HG: La implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos mejora el rendimiento de una empresa papelera, El Agustino - 2021	IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SCADA ZONA DE CALDERO	el sistema SCADA es un sistema de automatización que reduce las interrupciones y aumenta la confiabilidad del sistema. (VIKAS & VIKRAM ATHREYA, 2020, pág. 289)	Permite a través de la supervisión y el control remoto de dispositivos: recopilar, procesar, administrar, registrar y corregir en tiempo real los parámetros del sistema (calderas) en cuanto a presión, temperatura, producción de vapor, flujo de abastecimiento, lo cual aumenta la confiabilidad del sistema. (FAROOQ & ZAHID, 2018, pág. 86)	Supervisión	Abastecimiento de vapor	$(\text{Cantidad de vapor producido}) / (\text{Cantidad de vapor requerido})$	<u>Diseño:</u> Pre-experimental
							ratio de consumo de energía	$\frac{\text{cantidad de vapor producido}}{\text{consumo de gas}}$ $\frac{\text{Cantidad de vapor producido}}{\text{consumo de electricidad}}$	
							Caidas de presión	$(\# \text{ de lecturas de presión fuera de parámetro}) \times 100 / (\# \text{ de lecturas totales})$	<u>Enfoque:</u> Cuantitativo
							Caidas de temperatura	$(\# \text{ de lecturas de temperatura fuera de parámetro}) \times 100 / (\# \text{ de lecturas totales})$	
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE (S)	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FORMULA	METODOLOGÍA
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	V. dependiente						
PE1: ¿En qué porcentaje la implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos mejora la calidad de los productos de una empresa papelera, El Agustino - 2021?	OE1: Determinar en qué porcentaje la implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos mejorará la calidad de los productos de una empresa papelera, El Agustino - 2021	HE1: La implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos mejora la calidad de los productos de una empresa papelera, El Agustino - 2021	RENDIMIENTO	El rendimiento es la evaluación de resultados de procesos determinados las cuales apuntan directamente hacia la productividad y el cumplimiento de la calidad (PRIETO LOZANO, 2014, pág. 7)	El proyecto observar el comportamiento del rendimiento productivo a través de la mejora de la calidad reduciendo productos no conformes y la reducción de costos la cual le permitirá ser más competitivo a la empresa de estudio. (PACHECO, 2017)	Calidad	Índice de productos conformes	$1 - [(\text{número de productos no conformes}) / (\text{número total producido})]$	<u>Muestra</u> calderos, Bobinas de papel
PE2: ¿En qué proporción la implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos reduce los costos de una empresa papelera, El Agustino - 2021?	OE2: Determinar en qué proporción la implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos reducirá los costos de una empresa papelera, El Agustino - 2021	HE2: La implementación de un sistema SCADA en la sala de calderos reduce los costos de una empresa papelera, El Agustino - 2021				Costo	Índice de Costos	$(\text{costo unitario planificado}) / (\text{costo unitario real})$	<u>Técnica</u> Observación directa Análisis documental <u>Instrumento</u> Fichas de Observación

ANEXO 05 Cuestionario de Validez

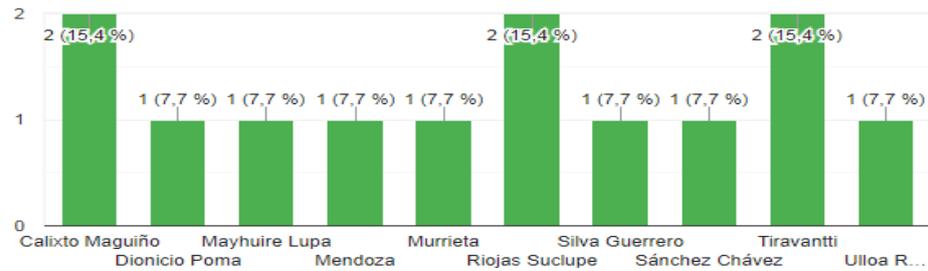
ENCUESTA DE VALIDACIÓN

13 respuestas

[Publicar datos de análisis](#)

Apellidos

13 respuestas



Nombres

13 respuestas



Profesión

10 respuestas

Ingeniero industrial
ing. industrial
Maquinista
Mecánico automotriz
Ing. Industrial
Instrumentista
Administracion
Ing Industrial.
Ingeniero Mecánico

Cargo

10 respuestas

- Asistente de costos
- Operador Múltiple
- Mecánico de maquinaria pesada
- Jefe de Logística
- Responsable de area
- Planner de equipos
- Comercial
- Jefe de Mantenimiento
- Supervisor de mantenimiento

Empresa

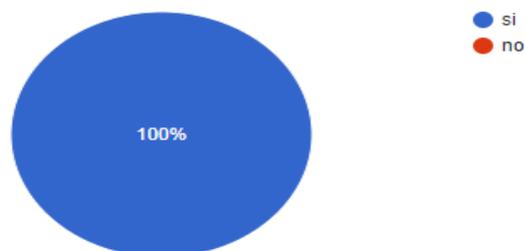
10 respuestas

- Siglo BPO
- Alvac S A Sucursal del Peru
- China Rail Way 20 Bureau group corporation
- LOS FERROLES SAC
- Jepkom
- Mtp equipos Sac
- Termodinámica
- Trupal S.A.
- Trupal

Pregunta 1 (constructo) ¿Existe una relación entre las variables de sistema scada y rendimiento?



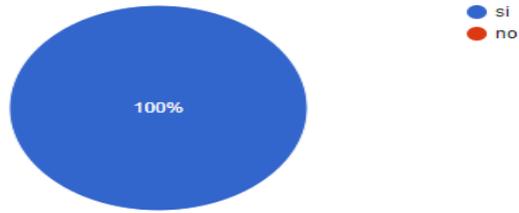
13 respuestas



Pregunta 2 (constructo) ¿Los indicadores calidad y costo permiten medir el rendimiento del proceso?



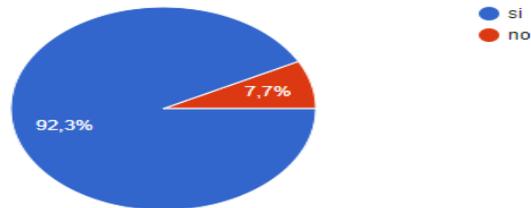
13 respuestas



Pregunta 3 (constructo) ¿Considera que el trabajo de investigación es entendible y comparable?



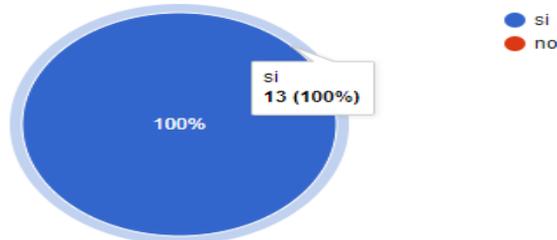
13 respuestas



Pregunta 4 (contenido) ¿Se puede afirmar que el sistema scada guarda relación con el rendimiento?



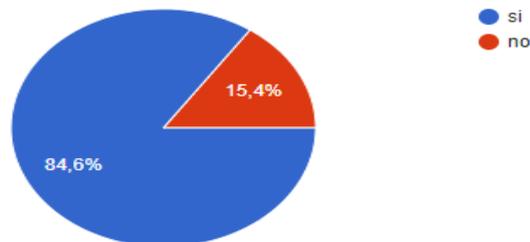
13 respuestas



Pregunta 5 (contenido) ¿El sistema scada permitirá la mejora del rendimiento del proceso?

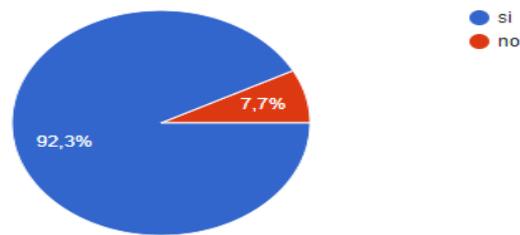


13 respuestas



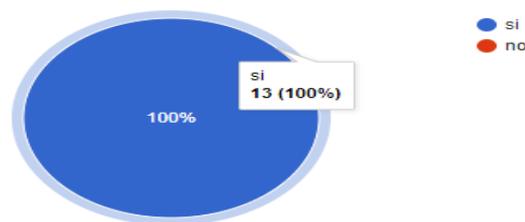
Pregunta 6 (contenido) ¿Considera que esta implementación permitirá obtener una mejor calidad a bajo costo?

13 respuestas



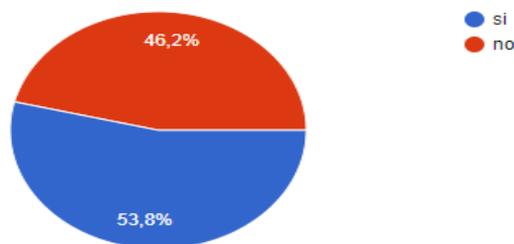
Pregunta 7 (instrumento) ¿Las fichas de observaciones permitirán la obtención de datos para medir la variable?

13 respuestas



Pregunta 8 (instrumento) ¿Es suficiente las fichas de observación para la obtención de datos?

13 respuestas



Pregunta 9 (instrumento) ¿Podemos afirmar que los ítems cumplen con los requisitos mínimos para la medición de las variables de estudios?

13 respuestas



ANEXO 06 Correo de repuesta del cuestionario de validez

11:30  

 4G  



4 de julio de 2021 18:33

De:  Miguel Tiravantti

[DETALLES](#)

Estimado Edinson, Barrios Chavez y Gregory Chauca Velásquez,
Yo, Miguel Tiravantti Salazar ing. Industrial titulado con código Orcid(Orcid: 0000-0003-4271-3853) validó su proyecto por medio de la encuesta suministrada.

Atte.

Miguel Tiravantti S.
Cel: 933596091

El dom, 4 jul 2021 a las 14:21, Edinson David Barrios Chevez (<edinsobarrios@outlook.com>) escribió:

ING. MIGUEL buenas tardes.

El 05 de mayo del 2021 se le envió una encuesta de validación referente al trabajo de la tesis que tiene como título:

"Implementación de sistema SCADA en la sala de calderos para mejorar el rendimiento de la empresa papelera, el agustino 2021".

En la cual se solicita por este mismo medio nos pueda responder dándonos su validez que dicha encuesta fue revisada evaluada y llenada por su persona.



11:30  

 4G  



○ Re: VALIDES DE ENCUESTA



4 de julio de 2021 19:45

De:  manuel ulloa

[DETALLES](#)

Buenas noches señores:
escribo desde mi correo personal pues por estos días estoy gozando de mis vacaciones.
Por este medio doy como válida la encuesta realizada en el mes de mayo al trabajador de TRUPAL S.A. y a la vez estudiante de Ingeniería, Sr. Edinson Barrios Chevez.
Barrios viene desempeñando un buen trabajo y el aporte realizado en la sala de calderos ha sido beneficioso en el sentido de tener un mejor control y capacidad de respuesta de los calderos frente a una caída de presión de vapor.

atte.

MANuel Ulloa Requena
DNI: 09369258

El dom, 4 jul 2021 a las 14:33, Edinson David Barrios Chevez (<edinsobarrios@outlook.com>) escribió:

ING. MANUEL ULLOA buenas tardes.

El 05 de mayo del 2021 se le envió una encuesta de validación referente al trabajo de la tesis que tiene como título:

"Implementación de sistema SCADA en la sala de calderos para mejorar el rendimiento de la



12:00 

 4G  



○ Re: VALIDES DE ENCUESTA



5 de julio de 2021 11:58

De:  jhonatan juni...lixto maguiño

[DETALLES](#)

Estimado Edinson, Barrios Chevez y Gregory Chauca Velasquez,
Yo Jhonatan Calixto Maguiño Ing. Industrial con código orcid (0000-0001-5424-2425) Valido su proyecto por medio de la encuesta suministrada .

Atte,
Jhonatan Calixto Maguiño
Cel. 997370860

El lun, 5 jul 2021 a las 9:45, Edinson David Barrios Chevez (<edinsobarrios@outlook.com>) escribió:
ING. JHONATAN CALIXTO buenas tardes.

El 05 de mayo del 2021 se le envió una encuesta de validación referente al trabajo de la tesis que tiene como título:

"Implementación de sistema SCADA en la sala de calderos para mejorar el rendimiento de la empresa papelera, el agustino 2021".

En la cual se solicita por este mismo medio nos pueda responder dándonos su valides de que dicha encuesta fue revisada evaluada y llenada por su persona.

Gracias.



VALIDES DE ENCUESTA >

Recibidos x



Edinson David Barrios Chevez

4 jul 2021 22:48 (hace 10 días)



ING.PABLO SANCHEZ buenas tardes. El 05 de mayo del 2021 se le envió una encuesta de validac...



JEPKOM - Servicios & Proyectos <syp@jepkom.c... 6 jul 2021 15:49 (hace 8 días)



para Edinson, JEPKOM, mí ▾

Hola soy Pablo Sánchez con DNI 44856838 doy conformidad de haber revisado evaluado y llenado la encuesta sobre "Implementación de sistema SCADA en la sala de calderos para mejorar el rendimiento de la empresa papelera, el agustino 2021".

Atentamente

Pablo Sánchez | Departamento Comercial



JEPKOM S&P
TECNOLOGÍA Y CONFIANZA

Jr. El Chaco 2435 - S.M.P - Lima, Perú

📞 940438404

✉ syp@jepkom.com

