

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Tesis

**Propuesta de mejora para un sistema remoto de control,  
monitoreo y supervisión de los principales equipos de  
producción de una planta de refinería como medida  
preventiva frente al COVID-19, Arequipa, 2020**

Jose Luis Choque Valdivia  
Jessica Jenny Romero Torres

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Industrial

Arequipa, 2020

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

**Asesor**

Mag. Ing. Julio Postigo Zumarán

## **Agradecimiento**

Agradecemos a Dios, ante todo porque es el artífice de este logro en conjunto; a nuestros amados padres; a todas las personas que formaron parte de este esfuerzo; a nuestro asesor, a los profesores, y a la Universidad Continental por todas las enseñanzas.

## **Dedicatoria**

El presente trabajo investigativo lo dedicamos a Dios, a nuestros padres por su amor y comprensión y soporte en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta esta etapa, agradecemos a todas las personas que nos han apoyado quienes nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Asesor .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Dedicatoria .....	iv
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>3</b>
1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1 Planteamiento del problema .....	3
1.2.2 Formulación del problema.....	5
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
1.3.1 Objetivo general .....	5
1.3.2 Objetivos específicos .....	5
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
1.4.1 Justificación .....	5
1.4.2 Importancia de la investigación.....	6
1.5 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.5.1 Delimitación espacial .....	6
1.5.2 Delimitación temporal.....	6
1.5.3 Delimitación social .....	7
1.5.4 Delimitación conceptual .....	7
1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	7
1.7 HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES .....	7
1.7.1 Hipótesis de la investigación.....	7
1.8 VARIABLES E INDICADORES .....	7
1.8.1 Variable independiente .....	7
1.8.2 Variable dependiente .....	7
1.8.3 Operacionalización de variables .....	7

<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>9</b>
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	9
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	9
2.1.2 Antecedentes Nacionales .....	11
2.1.3 Antecedentes Locales.....	13
2.2 BASES TEÓRICAS .....	14
2.2.1 Situación general .....	14
2.2.2 Proceso Productivo del cobre .....	15
2.2.3 Planta de Refinería .....	15
2.2.4 Control .....	18
2.2.5 PLC (Controlador Lógico Programable).....	19
2.2.6 Sistema SCADA.....	21
2.2.7 Softwares utilizados en los Sistemas de Control Remoto y Monitoreo .....	22
2.2.8 Sistemas HMI.....	24
2.2.9 Inteligencia de Negocios .....	29
2.2.10 Mejora de Procesos .....	29
2.2.11 Medidas preventivas de protección en Seguridad en una Planta de Refinería. ....	32
2.2.12 Pandemia: Coronavirus COVID-19 .....	33
2.2.13 Normatividad sobre coronavirus COVID-19.....	34
2.2.14 Medidas de Prevención contra el COVID 19.....	34
2.2.15 Medidas de Prevención contra el COVID 19 en la Minería .....	37
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	38
 <b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA .....</b>	 <b>42</b>
3.1 MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN .....	42
3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	42
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	42
3.3.1 Población .....	42
3.3.2 Muestra.....	43
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS: .....	43

3.4.1	Técnicas.....	43
3.4.2	Instrumentos .....	43
<b>CAPÍTULO IV DIAGNÓSTICO, RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>		<b>44</b>
4.1	DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.....	44
4.1.1	Descripción de la empresa.....	44
4.1.2	Diagrama de proceso de planta electrolítica de una planta de refinería.....	45
4.1.3	Proceso del área de mantenimiento.....	54
4.1.4	Identificación de principales problemas en el área de mantenimiento .....	57
4.1.5	Resultados de reportes documentados:.....	60
4.1.6	Principales características de las máquinas de planta de refinería: .	71
4.1.7	Análisis de las medidas de Bioseguridad aplicadas por la planta de refinería:.....	74
4.2	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN DE RIESGOS Y SUS CONTROLES (IPERC):.....	75
4.3	CONSIDERACIONES FINALES, DISCUSIÓN:.....	81
4.4	CONSIDERACIONES: .....	81
4.5	PROPUESTA DE MEJORA.....	81
4.5.1	Equipamiento necesario:.....	82
4.5.2	Metodología: .....	82
4.5.3	Recurso Humano: .....	88
4.5.4	Capacitación .....	89
4.5.5	Probabilidad de Resultados de la propuesta.....	89
CONCLUSIONES.....		95
RECOMENDACIONES .....		97
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		98
ANEXOS .....		104



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Operacionalización de variables. ....	8
Tabla 2.	Medidas preventivas frente al Covid19 .....	36
Tabla 3.	Medidas Higiénicas.....	37
Tabla 4.	Población.....	43
Tabla 5.	Características y principales fallas prensa de ánodos.....	72
Tabla 6.	Características y fallas máquina preparadora de láminas .....	73
Tabla 7.	Características y fallas máquina lavadora.....	74
Tabla 8.	Matriz IPERC.....	76
Tabla 9.	Datos generales disponibilidad I Semestre .....	90
Tabla 10.	Producción Teórica I Semestre 2020 .....	91
Tabla 11.	Producción real I semestre .....	91
Tabla 12.	Disponibilidad actual, perdida futura I Semestre 2020. ....	92
Tabla 13.	Producción Futura I Semestre 2021.....	93
Tabla 14.	Diferencias producción (Teórico, Real y Futuro). ....	93
Tabla 15.	Diferencia utilidades obtenidas. ....	94

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Diagrama general de proceso de Refinería de Cobre. ....	16
Figura 2.	Sistemas de Control. ....	19
Figura 3.	Componentes de un Sistema.....	19
Figura 4.	Controlador de Red Programable. ....	20
Figura 5.	Regulador Industrial para monitoreo.....	21
Figura 6.	Disponibilidad de Información.....	22
Figura 7.	Representación de datos, Software Wonderware. ....	27
Figura 8.	Gráfica de valores, Software Wonderware.....	28
Figura 9.	Procesos Planta Electrolítica .....	45
Figura 10.	DOP Procesos Planta Electrolítica.....	46
Figura 11.	Operaciones Máquina Prensa.....	48
Figura 12.	DOP Operaciones Máquina Prensa.....	49
Figura 13.	Operaciones máquina láminas de arranque.....	50
Figura 14.	DOP Operaciones máquina láminas de arranque.....	51
Figura 15.	Operaciones máquina lavadora de cátodos.....	52
Figura 16.	DOP Operaciones máquina lavadora de cátodos. ....	53
Figura 17.	Diagrama de flujo de Planificación Mantenimiento Preventivo de electricidad. ....	55
Figura 18.	Diagrama flujo Mantenimiento correctivo de electricida .....	56
Figura 19.	Diagrama Ishikawa .....	58
Figura 20.	Diagrama Peretó.....	60
Figura 21.	Leyenda disponibilidad de máquinas .....	61
Figura 22.	Disponibilidad equipos refinería mes enero 2020.....	61
Figura 23.	Porcentaje de disponibilidad enero 2020. ....	62
Figura 24.	Disponibilidad equipos refinería mes de febrero 2020. ....	63
Figura 25.	Porcentaje de disponibilidad febrero 2020. ....	63
Figura 26.	Disponibilidad equipos refinería mes de marzo 2020.....	64
Figura 27.	Porcentaje de disponibilidad marzo 2020. ....	64
Figura 28.	Disponibilidad equipos refinería mes de abril 2020. ....	65
Figura 29.	Porcentaje de disponibilidad abril 2020.....	66
Figura 30.	Disponibilidad equipos refinería mes de mayo 2020 .....	67
Figura 31.	Porcentaje de disponibilidad mayo 2020.....	67
Figura 32.	Disponibilidad equipos refinería mes de junio 2020 .....	68

Figura 33. Porcentaje de disponibilidad junio 2020.....	69
Figura 34. Disponibilidad promedio de refinería primer semestre 2020. ....	70
Figura 35. Disponibilidad refinería I Semestre 2020 .....	70
Figura 36. Inicio Software Wonderware.....	83
Figura 37. Estructura máquina prensa de ánodos, Software Wonderware.....	84
Figura 38. Sensores máquina prensa de ánodos, Software Wonderware.....	85
Figura 39. Configuración de sensores máquina prensa de ánodos, Software Wonderware.....	86
Figura 40. Configuración de sensor máquina prensa de ánodos, Software Wonderware.....	86
Figura 41. Configuración de sensor máquina prensa de ánodos, Software Wonderware.....	87
Figura 42. Visualización de la máquina prensa de ánodos trabajando, Software Wonderware.....	87
Figura 43. Registro datos históricos de máquina, Software Wonderware. ....	88
Figura 44. Disponibilidad máquinas I Semestre 2020 .....	90

## RESUMEN

El presente trabajo investigativo, propone optimizar los procesos de las principales máquinas de producción de cobre en una planta de refinería, se propone identificar las fallas mediante una mejora en el sistema remoto de control, monitoreo y supervisión en los procesos del área de mantenimiento, lo cual ayudará a la prevención y reducción de contagios de Covid19, protegiendo al talento humano de la empresa. La investigación es no experimental, hipotético deductiva.

La propuesta delimita el alcance al área de mantenimiento, específicamente a operaciones eléctricas; para realizar la propuesta se tomó en consideración un diagnóstico de la empresa reconociendo los procesos realizados por el área de mantenimiento, identificando las características de las máquinas y recolección de datos por medio de entrevista al jefe de electricidad e instrumentación y encuestas a trabajadores del área, verificación de reportes de disponibilidad de las máquinas del primer semestre del 2020, data que nos ayuda a definir las causas para realizar la propuesta.

Como resultados del diagnóstico, se identifica una menor disponibilidad de las principales máquinas del proceso de refinación de cobre, tales como la máquina preparadora de láminas de arranque, máquina lavadora descargadora de cátodos y máquina prensa de ánodos; se obtuvo paradas no programadas de las máquinas por problemas en la detección de fallas por la demora para detectar el diagnóstico inicial para realizar el mantenimiento correctivo de la máquina, conllevando a una reducción de disponibilidad y con ello retrasar la producción, esto se vio afectado por la pandemia que estamos atravesando, considerando la reducción de mano de obra para el mantenimiento por contagios.

Se concluye que la propuesta de mejora del sistema remoto de control, monitoreo y supervisión de los principales equipos de producción de una planta de refinería, contribuirá en una rápida detección de fallas de las principales máquinas de una refinería de cobre, esto representara un aumento en la producción total de toneladas de cobre, esta detección y sistema de monitoreo remoto ayudará a reducir y tener un bajo índice de contagios frente al Covid 19; además de una reducción de paradas de equipos no programadas, logrando subir la disponibilidad en el área de mantenimiento.

**Palabras Clave:** Sistema, Monitoreo, remoto, Covid-19, Intouch, disponibilidad

## ABSTRACT

The present research work proposes to optimize the processes of the main copper production machines in a refinery plant, it is proposed to identify the failures through an improvement in the remote control, monitoring and supervision system in the processes of the maintenance area, it will help to the prevention and reduction of Covid19 infections, protecting the company's human talent. The research is non-experimental, hypothetical deductive.

The proposal delimits the scope of the maintenance area specifically to electrical operations, to carry out the proposal a diagnosis of the company was taken into consideration, recognizing the processes carried out by the maintenance area, identifying the characteristics of the machines and data collection through interview with the head of electricity and instrumentation and surveys of workers in the area, verification of availability reports of the machines for the first half of 2020, data that helps us define the causes for the proposal.

As results of the diagnosis, a lower availability of the main machines of the copper refining process is identified, such as the starter plate preparation machine, cathode discharger washing machine and anode press machine, unscheduled stops of the machines were obtained due to problems in the detection of failures, due to the delay in detecting the initial diagnosis to carry out the corrective maintenance of the machine, leading to a reduction in availability and thus delaying production, this was affected by the pandemic that we are going through considering the reduction of labor for maintenance by contagions.

It is concluded that the proposal to improve the remote control, monitoring and supervision system of the main production equipment of a refinery plant will contribute to a rapid detection of failures of the main machines of a copper refinery, this will represent an increase in the total production of tons of copper, this detection and remote monitoring system will help reduce and have a low rate of infections against Covid 19; In addition to a reduction in unscheduled equipment shutdowns, increasing availability in the maintenance area.

**Keywords:** System, Monitoring, remote, Covid-19, Intouch, availability

## INTRODUCCIÓN

El Perú es considerado como el segundo país con mayor producción de cobre dentro de la consideración mundial de producción de cobre, siendo está liderada por Chile seguido por Perú y como tercer lugar China. En el 2019 la producción de cobre alcanzó el punto más alto entre todos los años anteriores de acuerdo con información estadística de la Dirección General de Promoción y Sostenibilidad Minera del Ministerio de Energía y Minas.

El uso del cobre se puede ver en el cableado de diferentes edificaciones, tuberías de gas y agua, generación y distribución eléctrica, ya que se considera como un excelente conductor; también vemos su presencia en motores de diferentes medios de transportes, así como en las piezas de diferentes equipos electrónicos.

Dentro de los principales consumidores de cobre tenemos a China, seguido por Europa y Estados Unidos, esto se debe al crecimiento de urbanización e industrialización, por ende, se da un incremento en requerimientos para el sector electricidad.

Evaluando la importancia de este sector productivo y a fin de promover la optimización de los procesos de una planta de refinería, se inicia el presente trabajo investigativo, realizando una propuesta de mejora en el sistema remoto de control de las máquinas de acuerdo con procedimientos realizados por el área de mantenimiento, tomando en consideración la pandemia que estamos atravesando y viendo la capacidad de mano de obra; es oportuno aplicar métodos y ver alternativas que prevengan el contagio del Covid19, protegiendo el talento humano y mejorando la producción.

En el primer capítulo se identifica el problema principal, se especificó los objetivos, justificación, delimitación e hipótesis la cual servirá para el desarrollo de la investigación.

En el segundo capítulo se desarrolló el marco teórico, identificando trabajos de investigación relacionados al tema propuesto, revisión de los principales fundamentos conceptuales que sirve como base para realizar la propuesta, así como verificar el contexto del presente trabajo.

En el tercer capítulo se define la metodología a usar, identificación de técnicas e instrumentos los cuales nos sirvió para el desarrollo del diagnóstico y propuesta, se usó la encuesta al jefe de electricidad e instrumentación, cuestionario realizado a los trabajadores del área de mantenimiento, así como la recolección de datos de disponibilidad de las máquinas.

En el cuarto capítulo se desarrolló el diagnóstico actual de la empresa de refinería, identificando los principales problemas en el área de mantenimiento, análisis de medidas de prevención de Covid19, nos sirve como panorama de la empresa para un mejor desarrollo de propuesta. Continúa con el desarrollo de la propuesta del trabajo investigativo, dando como resultado datos promedios de mejora de disponibilidad de máquinas, así como la protección de los trabajadores frente al contagio de COVID 19, en datos considerando la implementación de propuesta esta generara un incremento en productividad, así como rentabilidad al valor actual.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN**

Propuesta de mejora para un sistema remoto de control, monitoreo y supervisión de los principales equipos de producción de una planta de refinería como medida preventiva frente al COVID 19, Arequipa, 2020.

### **1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.2.1 Planteamiento del problema**

En la actualidad el desarrollo de paquetes computacionales amigables e interactivos, permite desarrollar sistemas remotos de monitoreo, control y supervisión de una manera fácil y rápida de los parámetros y poder visualizar y sintetizar los datos más importantes del proceso.

Sin embargo, debe de ser adaptado a las necesidades particulares de un proceso sin afectar considerablemente el aspecto económico.

Las empresas que generan mayor eficacia y eficiencia en sus áreas productivas, logran un mejor posicionamiento en el mercado, muchas están a la vanguardia de la implementación de nueva tecnología y realizar mejoras en los procesos.

Hoy en día la tecnología es una pieza clave para mejorar y generar rentabilidad con la reducción de tiempo, generación de ventas, entre otros; de acuerdo al momento que se viene atravesando en el mundo, es necesario mantener el aislamiento social, y se hace indispensable poner en marcha un sistema que facilite el trabajo en los distintos procesos de manera remota.

Internacionalmente se ve la presencia de sistemas de control remoto, principalmente en industrias de energía y servicios públicos, la tecnología en el mundo va dirigido a diferentes sectores, considerando la ciencia, tecnología e innovación como



pilar básico para su desarrollo y elementos claves para tener mayores posibilidades de presencia global.

Uno de los principales sectores productivos del Perú es la minería, continuando con la pesquería, como tercer lugar agricultura, seguido de ganadería y turismo; por el nivel de ingresos que representa el sector minero las mejoras o innovación en tecnología se realiza en las plantas industriales mineras, el uso de tecnología ayuda mejorar la producción, controlar sus procesos, dada la pandemia todos los sectores están siendo afectados, por lo que se tienen que tomar medidas que ayuden al desarrollo y continuidad de procesos, así como tomar medidas preventivas que eviten el contagio del Covid19.

En la empresa de refinería de cobre existen muchas maquinarias que son importantes para el proceso en sí, las cuales deben mantener una disponibilidad alta de operación siendo el área de mantenimiento la responsable.

Por ejemplo, cuando se reporta una falla de una máquina en los equipos eléctricos, es necesario que el supervisor de mantenimiento y operarios se trasladen al área para identificar la falla, lo cual conlleva a que las máquinas dejen de operar, paralizando la producción, generando aglomeración derivado a un contagio de Covid19, consecuentemente a la falta de mano de obra y daños al talento humano, en el primer semestre del 2020 se desconocía todos los efectos del Covid19 por ser una nueva enfermedad, por lo que las medidas de bioseguridad se dieron por etapas, generando incertidumbre en los trabajadores y supervisores, como consecuencia se derivó a contagios, falta de personal y retiro de algunos por la vulnerabilidad que presentaban, sin tomar medidas adecuadas el pronóstico que se presentaba era incierto y la producción sería menor a lo proyectado, el contagio y la salida de trabajadores impactan en el recurso humano, imagen de la empresa, y problemas con la comunidad.

Debido a lo expuesto es que se propone la mejora para un sistema remoto de control, monitoreo y supervisión de los principales equipos de producción de una planta de refinería con una interfaz gráfica con los PLC's, la cual ayudará a obtener el estado de las máquinas para tener el control remotamente, identificando las fallas, evitando la aglomeración y contacto de operarios, previniendo con ello los contagios de la COVID 19.

La interfaz gráfica entre el operador y el proceso, será configurada utilizando el paquete INTOUCH WONDERWARE (software para desarrollo de aplicaciones de monitoreo y control).

## **1.2.2 Formulación del problema**

¿Qué características presentará la propuesta de mejora a un sistema remoto de control, monitoreo y supervisión de los principales equipos de producción de una planta de refinería como medida preventiva frente al COVID 19, Arequipa, 2020?

## **1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1 Objetivo general**

Proponer mejoras al sistema de control remoto, monitoreo y supervisión de los principales equipos de producción de una planta de refinería como medida preventiva frente al COVID 19, Arequipa, 2020.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Identificar las características de los equipos de producción de la planta de refinería.
- Explicar los componentes del sistema remoto de control, monitoreo y supervisión de los principales equipos de producción de una planta de refinería.
- Establecer las medidas preventivas frente al COVID19 que se implementarán en la planta de refinería
- Analizar la efectividad de la propuesta de mejora del sistema remoto de control, monitoreo y supervisión de los principales equipos de producción de una planta de refinería.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1 Justificación**

La presente investigación cuyo objetivo es la propuesta de mejora de un sistema remoto de control, monitoreo y supervisión de los principales equipos de producción de una planta de refinería como medida preventiva frente al COVID 19, se justifica de la siguiente manera:

Justificación económica, la presente investigación utilizará innovación en los sistemas de una planta de refinería, exactamente en su software, por lo que definitivamente traerá inversión económica por parte de la empresa de refinería; y con la innovación presentada traerá de la mano el ahorro en costes para la empresa a un corto plazo, por la automatización que la implementación de sus sistemas remotos

alcance; pues ello disminuirá personal en el área, ahorrará tiempos, transporte, y muchos procedimientos que a la fecha parecen necesarios.

Justificación teórica, esta tesis tiene como intención aportar a lo ya establecido en conocimiento e innovación; presentando ideas que sentarán precedente en futuras investigaciones; utilizando el trabajo de campo en las áreas de producción de la planta de refinería; aportando en el campo de los sistemas de control remoto, utilizando de base sendos trabajos significativos que se animaron a utilizar por diversas razones la innovación y automatización en distintos rubros.

Justificación técnica, permitirá crear propuestas en innovación de procesos, de técnicas, de tecnología y en relación con la era digital; mejorando las ya existentes. Se justifica porque los programas a utilizar son propuestas que ya se vienen utilizando en otros rubros e industrias; probando el paquete INTOUCH (software para desarrollo de aplicaciones de monitoreo y control).

Justificación social, se justifica socialmente porque va dirigido al beneficio del personal que trabaja en la planta de refinería, a quienes directamente favorecerá en la protección de su salud, pues el trabajo se realizará remotamente sirviendo como medida de prevención ante el COVID 19, favoreciendo el aislamiento social y el trabajo remoto.

#### **1.4.2 Importancia de la investigación**

La presente propuesta es de alta relevancia considerando que el proceso de la refinería conlleva a la utilización de diferentes máquinas y equipos, los cuales necesitan operatividad constante, las fallas y no identificación de estas, a tiempo generarán grandes pérdidas, además viendo la situación actual en la que estamos con la pandemia, proponer un sistema remoto de control, ayudará a la prevención y control de Covid-19, esta propuesta puede replicarse a nivel nacional.

### **1.5 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.5.1 Delimitación espacial**

El presente trabajo de investigación se realizó en una empresa de refinería de cobre de Arequipa.

#### **1.5.2 Delimitación temporal**

El presente trabajo de investigación se realizó el levantamiento de información entre los meses de mayo a septiembre del 2020.

### **1.5.3 Delimitación social**

El trabajo de investigación comprende el Área Mantenimiento de una empresa de refinería.

### **1.5.4 Delimitación conceptual**

El trabajo de investigación se basa en realizar una propuesta de innovación de procesos, técnicas y tecnología en relación con la mejora de un sistema de monitoreo y control remoto, para mejorar la gestión del área de mantenimiento de una planta refinería.

## **1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación es viable, considerando que para la propuesta de mejora ya se cuenta con los equipos y Software adquirido por la empresa, así como con los permisos pertinentes, lo cual implica menor inversión, se dispone de recursos humanos y de información que será necesaria para realizar la propuesta de mejora.

## **1.7 HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES**

### **1.7.1 Hipótesis de la investigación**

La propuesta de mejora para la implementación de un sistema remoto de control, monitoreo y supervisión de los principales equipos de producción de una planta de refinería, prevendrá el contagio de Covid 19.

## **1.8 VARIABLES E INDICADORES**

### **1.8.1 Variable independiente**

Propuesta de mejora de un sistema de control, remoto, monitoreo y supervisión de los principales equipos de producción.

### **1.8.2 Variable dependiente**

Diagnóstico de los principales equipos de producción

### **1.8.3 Operacionalización de variables**

En la tabla 1 se presenta la Operacionalización de variables.

**Tabla 1.***Operacionalización de variables.*

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>
Diagnóstico de los principales equipos de producción y medidas de prevención de COVID-19	Identificación de riesgos frente a Covid-19 Número de equipos y funcionamiento	Personal involucrado de distintas áreas. Prioridades de equipos de planta.
<b>Variable Independiente</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>
Propuesta de mejora del sistema remoto de control, monitoreo y supervisión de los principales equipos de producción	Aspectos de composición Funcionamiento	Mantenimiento preventivo, Mantenimiento correctivo

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Existe información que servirá de base a la presente investigación, la misma que se ocupa de distintos aspectos y diseños en la automatización de sistemas de control, monitoreo y supervisión en una planta de refinería; a continuación, se detalla la misma:

##### **2.1.1 Antecedentes Internacionales**

Romero (2006), en su tesis titulada “Diseño de un Sistema SCADA para el proceso de producción de los pozos de petróleo de Petroecuador”; cuyo objetivo fue el diseño, estudio del montaje y puesta en marcha de un sistema SCADA, automatizando y centralizando la información de los equipos; así como desarrollando nuevas tecnologías para medir parámetros referentes al petróleo y su producción; concluyéndose que el diseño del sistema SCADA cumple con toda la demanda de producción del petróleo, presentándose como una solución completa pues se basa en recientes plataformas tecnológicas.

Relevancia: La presente investigación radica en la utilización del sistema SCADA, siendo que en el presente estudio se utilizará el sistema INTOUCH; se concluye que ambos son sistemas tecnológicos informáticos que permitirán la automatización en el sistema de control remoto a ponerse en funcionamiento; pudiendo utilizarse el patrón usado en la presente ajustándolo a la realidad de la empresa de refinería materia de investigación.

Carrizo (2011), en su tesis, “Automatización y Optimización de Tareas operativas en transporte público”; cuyo objetivo fue la generación de una herramienta de automatización de tareas en planificación operacional; utilizando para ello como estudio una compañía de transporte; a través de la evaluación de tareas operativas por asignación de tareas de mantenimiento y de días libres; como resultados se obtuvieron

indicadores que permitieron aplicar programas distintos en el área de transporte; lo cual conllevó a comprobar que el uso de la automatización mejoró la situación, sobre todo en los factores de tiempo e integración.

Relevancia: La investigación nos propone ser un piloto y servir de modelo; modelo referencial para poder crear indicadores que permitan evaluar a los equipos de la planta de refinería y así poder facilitar la delimitación del diseño de lo que se pretende.

Quintero, Tacan y España (2015), en su estudio denominado “Diseño e Implementación de un Sistema de Control y Monitoreo Remoto para la Iluminación de una Vivienda a través de un Teléfono Móvil con Sistema Operativo Android y Board ARM mini2440”; tuvo como objetivo controlar y monitorear remotamente el sistema de iluminación de una vivienda, que funciona con red eléctrica, a través de un teléfono móvil con sistema Android; adecuándose los dispositivos pertinentes para ajustar a la señal que se requería; se utilizó lenguaje de programación, servidores, aplicaciones web, circuitos, entre otros; obteniendo como resultados un sistema que pudo controlar y monitorear el sistema de luces de una vivienda a través de una aplicación web.

Relevancia: En el presente proyecto proporcionará la metodología detallada, paso a paso, para la implementación de una aplicación web en el sistema remoto que se pretende instalar.

Roca y Carrero (2008), en su investigación denominada “Diseño de un sistema de control supervisorio y adquisición de datos (SCADA) para el monitoreo remoto de los sistema de energía ininterrumpida (UPS) perteneciente al sistema eléctrico de una refinería en el país”; tiene como objetivo diseñar un nuevo sistema de control para monitorear remotamente sistemas de energía en una planta de refinería; se enfoca en el desarrollo de la capacidad de invención; utiliza la incorporación de nuevos sistemas de control supervisorio y nuevas tecnologías así como la adquisición de datos para la solución de problemas en la industria; demostrándose con ello la necesidad de mantener una tendencia tecnológica constante en actualización, en el área de automatización industrial y control de procesos; todo ello en aras de la importancia de la continuidad del proceso productivo en toda empresa.

Es relevante para la presente investigación porque permite ver un contraste de las metodologías utilizadas en el exterior respecto al sistema SCADA; para así poder aplicar y replicar la misma en el presente estudio.

Ríos y Urueta (2003), en la investigación titulada “Desarrollo de las Políticas de Seguridad Computacional para los Equipos de los Sistemas de Control de una Refinería”; tuvo como objetivo establecer políticas de seguridad en los sistemas de

control en una refinería; para poder garantizar integridad, disponibilidad en la información, discrecionalidad en plantas y equipos; todo ello a través de un análisis de riesgos, análisis de redes, entre otros.

La metodología que se utilizó es la realización de talleres juntamente con el administrador responsable de la red; con quien se analiza las bases de datos y demás información confidencial. Todo este análisis sirve para determinar que las medidas de seguridad de una red de control deben ser asumidas por todos los usuarios y no por solamente los encargados responsables.

Es relevante para el presente estudio porque permite conocer sobre políticas de seguridad en el campo computacional y el modo en cómo se puede obtener información a través de talleres o reuniones sociales con los jefes encargados, aprehendiendo el resultado y aporte de la misma, en la que se debe hacer cómplice del sistema a todos los usuarios.

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales**

Valencia (2019), en su tesis “Diseño y Control Automático de tanque de almacenamiento de crudo de petróleo para una refinería”; cuyo objetivo fue proporcionar el diseño básico y control automático del tanque de petróleo para así poder incrementar el almacenamiento que necesita según la normativa nacional y API 650. Se emplea la teoría y cálculos desarrollados en las normativas, respecto al diseño de tanques y lo que corresponda al tipo de operación en la refinería estudiada; también se estudió el comportamiento de las variables más relevantes que puedan afectar el diseño y la automatización. Los resultados evaluaron diversos factores para el diseño del tanque, se propuso un sistema de control de llenado y vaciado del tanque, siendo que la implementación de tres tanques de almacenamiento con el sistema remoto de control resulta rentable y beneficioso económicamente.

Relevancia: Servirá de base en la presente investigación porque aporta información respecto a una refinería con similares condiciones a la planta en donde se propondrá el diseño remoto que se pretende diseñar; no obstante, puede utilizarse la metodología en el diseño de tanques para realizar lo mismo en los equipos de producción en la planta de refinería.

Ibañez (2016), con su tesis titulada “Diseño de un Sistema de Control y Supervisión para la Operación Automática de la Nueva Planta de Relleno en Pasta de Compañía Minera Cuzcatlán – Oaxaca, México”; tuvo como objetivo crear un sistema de control y supervisión para la planta en mención, usando tecnologías de



automatización industrial, realizándose un estudio de los aspectos tecnológicos que guardan relación con los procedimientos que se aplican en la planta; identificándose como resultados los datos operativos, instrumentos, variables de control y equipos que se utilizan en la planta, y con ello se analizó los requerimientos del sistema, lo cual implicaba arquitectura de control, diseño de estrategias de control, así como el diseño de la interfaz HMI.

Relevancia: Servirá en el presente trabajo para establecer controles para el cumplimiento de las exigencias del proceso, con la aplicación de datos y desarrollo web.

Llanos y Paredes (2016), con la tesis denominada “Diseño para la optimización de un sistema control, monitoreo y seguridad de la estación intermedia de transporte de combustible”; tuvo como objetivo diseñar un sistema de control y monitoreo en la planta ubicada en Quito, Ecuador, para optimizar el transporte de petróleo y sus derivados; ello a través de la propuesta de una arquitectura de control, selección del equipo y con la programación de programadores con el desarrollo de una aplicación; el resultado fue la obtención de un diseño de un sistema de control capaz de sostener la modernización del sistema de bombeo de la estación; así también los equipos destinados a la seguridad del proceso incrementan la seguridad de todos los involucrados; se planteó un sistema auto selector el cual permite mantener la operación del sistema estable.

Relevancia: Servirá de utilidad en el presente proyecto de investigación, porque utiliza el tema de la seguridad de los involucrados a la hora de diseñar su sistema, por tal servirá de ejemplo para delimitar la seguridad como medida de prevención ante el COVID 19.

Coasaca (2018), en su investigación titulada “Diseño e Implementación de un Sistema SCADA para una Planta Envasadora de GLP en la Ciudad de Juliaca”; el objetivo de esta investigación, fue poner en marcha el sistema SCADA en una planta envasadora de gas; debiendo para ello tener todas las medidas de seguridad que la planta requiere; siendo el sistema SCADA una herramienta en tiempo real, muy útil e importante en tareas de control, supervisión y monitoreo a distancia; permitiendo además registrar y controlar los volúmenes de datos obtenidos que permitirán procesar información de producción, mantenimiento y control pertinente; también permite diseñar sistemas de control y de supervisión, que representan a los equipos de producción.

La relevancia de la presente radica en su funcionalidad y operatividad, la cual se acondiciona a la propuesta de mejora planteada en el presente estudio, con un sistema SCADA que prevé toda la seguridad que se necesita.

Solano (2017), en su tesis titulada “Interconexión del Sistema de Detección y Alarma Contra Incendio entre las Plantas de Refinería y de Fundición”, cuyo objetivo fue reprogramar los sistemas de control y supervisión del sistema, programando softwares que se apliquen en los paneles de fundición. Este proyecto realiza la reprogramación del software del sistema de control de una RED de paneles con alarmas en una planta de fundición, también en el sistema de control.

Es relevante para la presente investigación porque muestra un enfoque distinto de la aplicación del sistema en softwares a la misma área de refinería, pero desde un punto de vista más interno, incluso muestra la interconexión con otras áreas.

### **2.1.3 Antecedentes Locales**

Iquiapaza (2017), en la tesis “Diseño de un Sistema de Control y Supervisión para garantizar la Dosificación de Solución Cianurada en las celdas de riego del PAD durante el proceso de Lixiviación”, propone y analiza un sistema de control y supervisión que asegurará la dosificación del cianuro que se utiliza en las celdas de riego, ello a través del estudio del proceso de lixiviación, por intermedio de la observación, identificándose las deficiencias con las que cuenta el sistema de control y supervisión, utilizando lista de cotejos detalladas, dando como resultado la propuesta de un sistema automatizado de la lixiviación, seleccionándose el sistema de control y supervisión del proceso y con ello se selecciona los equipos e instrumentos a utilizarse.

Relevancia: Este trabajo permite utilizar instrumentos, como la lista de cotejos, y con ello poder discernir entre lo que realmente funciona de manera óptima antes de la automatización, con lo que ya no resulta útil.

Llerena (2018), en su trabajo de suficiencia profesional titulada “Automatización y Monitoreo de una Planta de Tratamiento de Emisión de Gases de Horno Copela del Área 3030 Refinería de Southern Perú – Ilo; utilizando Plataforma Controllogix Y Factory Talk View”, tiene como objetivo explicitar como se realiza el monitoreo y automatización de una planta de emisión de gases utilizando plataformas especializadas y acorde al avance de la tecnología; la descripción de la información brindada permite apreciar los espacios y áreas de una planta de refinería en la cual se aplicaran sistemas de monitoreo utilizando plataformas sofisticadas; se tiene además información de la plataforma aplicada: Controllogix Y Factory Talk View; la cual utiliza el sistema SCADA; Y herramientas de monitoreo muy interesantes.

Resulta relevante para el presente estudio porque permite mayor conocimiento sobre otra aplicación de sistemas de automatización y monitoreo; con herramientas sofisticadas y variadas acorde a los avances tecnológicos.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 Situación general**

El Perú es considerado como el segundo país con mayor producción de cobre, dentro de la consideración mundial de producción de cobre, siendo está liderada por Chile seguido por Perú y como tercer lugar China. (Diario Gestión, 2019).

En el 2019 la producción de cobre alcanzó el punto más alto entre todos los años anteriores de acuerdo con información estadística de la Dirección General de Promoción y Sostenibilidad Minera del Ministerio de Energía y Minas. (Ministerio de Energía y Minas, 2019).

El uso del cobre se puede observar en el cableado de diferentes edificaciones, tuberías de gas y agua, generación y distribución eléctrica doméstica e industrial, ya que se considera como un excelente conductor; asimismo vemos su presencia en motores de diferentes medios de transportes, así como en las piezas de diferentes equipos electrónicos.

Dentro de los principales consumidores de cobre tenemos a China, seguido por Europa y Estados Unidos esto se debe al crecimiento de urbanización e industrialización por ende se da un incremento en requerimientos para el sector electricidad.

La Revista Rumbo Minero en su edición de abril de 2020 precisa lo siguiente:

"Luego de superar un 2019 con resultados mixtos en cuanto producción, pero positivos en cuanto a inversiones, la industria minera peruana ha iniciado el 2020 con una agenda de diversos temas por resolver y deberes por culminar, todos cruciales para definir su futuro en el corto, mediano y largo plazo. Una tarea que, por lo demás, deberá emprender en un contexto local marcado por la incertidumbre política y un escenario internacional dominado por la inestabilidad económica, comercial y geopolítica. (2020)".

Inicialmente la expectativa para el rubro minero a inicios del año 2020 fue muy expectante, pese a las condiciones políticas existentes, nadie imaginaba la situación caótica que ocurriría para este año mundialmente; siendo evidente que el Perú por su situación de país perteneciente aún al tercer mundo, pese al gran potencial minero que posee, resulte perjudicado, pero surgiendo ante ello la automatización y digitalización como paliativo o salvaguarda ante la crisis suscitada.

### **2.2.2 Proceso Productivo del cobre**

Se inicia con la extracción del mineral, el cual pasa por el proceso de chancado, en diferentes etapas este es realizado por máquinas chancadoras, reduciendo el tamaño de las rocas a un tamaño uniforme, continua por el proceso de molienda el cual continua reduciendo el tamaño, se agrega reactivos y se lleva a la etapa de flotación para obtener un concentrado de cobre y seguir con el proceso de fundición; en este proceso se separa el cobre de otros materiales e impurezas obteniendo ánodos de cobre.

Se realiza por tanto el proceso de Conminución, el cual tiene por objetivo según Rodríguez: “preparar el mineral para sus posteriores etapas de extracción, para eso genera partículas minerales de menor tamaño a partir de trozos mayores, con el fin de lograr dicha operación es necesario someter la partícula a fracturas constantes hasta conseguir el tamaño deseado para el proceso posterior”. (2015, p.20).

Prosigue Rodríguez:

"En los procesos de tratamiento de óxidos de cobre, la conminución solo se reduce a realizar las etapas de trituración (“chancado”) y hameado, por lo que los rangos de operación y de reducción de tamaño van del orden de 1 m. en etapas primarias hasta etapas posteriores donde alcanza un tamaño cercano a los 10 mm. o menos. (2015, p. 20)".

El proceso de producción del cobre requiere de muchos tratamientos precisos y cuidadosos, ello a fin de no desperdiciar material ni tampoco mermar la productividad del mismo.

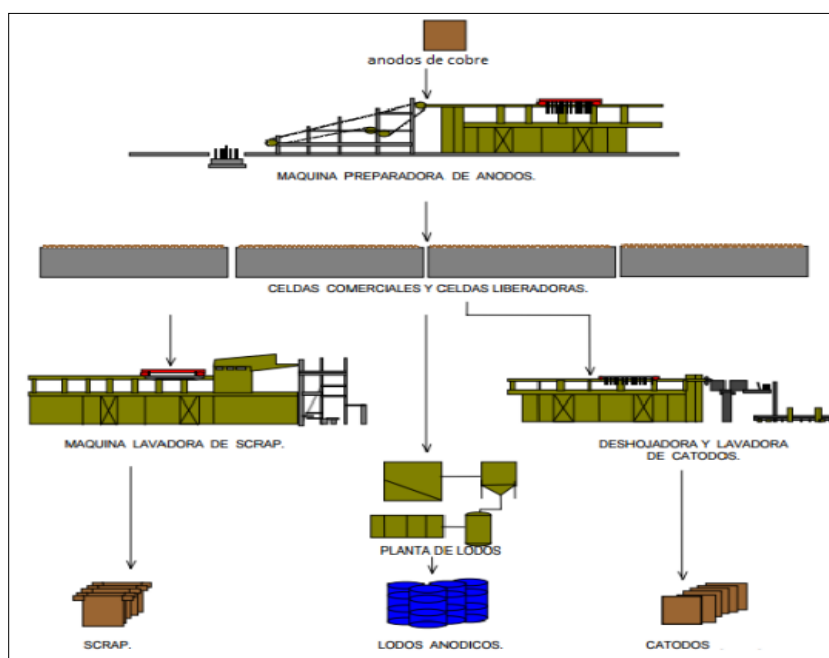
### **2.2.3 Planta de Refinería**

La refinación es una etapa que consiste en la purificación de un material impuro. Más del 95% del total de cobre refinado en el mundo es producido mediante el proceso electrolítico, que consiste en la disolución electroquímica del cobre. (Lombardo, 2016). Una planta de refinería realiza el proceso de refinación del cobre; debiendo explicitarse de manera más detallada, así como Lombardo precisa: “En el proceso de refinación electrolítica del cobre los ánodos recibidos desde la fundición se alimentan a la máquina preparadora de ánodos, donde individualmente se obtiene su peso, espesor de cuerpo”, (Lombardo, 2016, p.14). “además, se enderezan en cuerpo y orejas para darles una verticalidad aceptable para las celdas, y se les cepilla la parte inferior de las orejas para tener un buen contacto eléctrico”. (Lombardo, 2016, p.14).

A manera de una breve explicación Lombardo describe el proceso de refinería:

"Un carro de transferencia los conduce hacia el interior de la nave electrolítica donde son tomados por una grúa viajera y colocados en las celdas de electrólisis. Adicionalmente en las celdas se cargan también los cátodos y se hace recircular electrolito, el cual contiene, nominalmente, 200 gramos por litro de ácido sulfúrico y 40 gramos por litro de cobre. Los ánodos se disuelven electro-químicamente y se depositan en los cátodos, efectuándose de esta manera la refinación del cobre. Los ánodos permanecen en las celdas por un determinado periodo de tiempo (ciclo anódico) y comúnmente los cátodos lo hacen por la mitad de este tiempo (ciclo catódico). Por lo tanto, generalmente se tienen dos ciclos catódicos por cada ciclo anódico. Después de finalizado el ciclo catódico, se retiran los cátodos de las celdas correspondientes y se colocan en la máquina lavadora-despegadora de cátodos, donde son pesados, lavados y etiquetados con su identificación de producción" (2016, p.14).

Los cátodos de cobre en su producción alcanzan una pureza generalmente mayor a 99,99% de cobre, ello a partir de ánodos con un contenido de cobre típico de 99,5% hasta de 98% en aproximación.



**Figura 1.** Diagrama general de proceso de Refinería de Cobre.  
**Nota.** Tomada de: "Plan de mejoramiento de Disponibilidad en planta de Refinería de cobre, división Codelco Norte", por Lombardo. 2016, p.16.

## A. Equipos utilizados en la planta de refinería

En el proceso de refinación de cobre se requiere de una variedad de equipos tecnológicos como los siguientes: máquinas prensadoras de ánodos, máquinas preparadora de láminas de arranque y máquinas lavadoras de cátodos.

- **Máquina Prensadora de Ánodos:**

Esta máquina posee los siguientes subsistemas:

- Manipulación de lingadas.
- Carga y pesaje.
- Estación de preparación y transmisión.
- Prensa de cuerpo.
- Rechazo y muestreo.
- Prensado de orejas.
- Descarga.
- Estación de verticalidad.
- Transportadora espaciadora.
- Carro de transferencia.
- Unidad hidráulica.
- Unidad neumática.
- Rieles de almacenamiento de lingadas de ánodos. (Lombardo, 2016).

Estas máquinas pueden tener una capacidad de 500 unidades por hora, y su objetivo es mejorar la geometría de los ánodos para obtener productos de peso uniforme.

- **Máquinas Preparadora de Láminas de Arranque**

Esta máquina se encarga de preparar las láminas de arranque para el proceso de electrolisis, su funcionamiento es el siguiente:

Recibe unas láminas las cuales las desplaza en 3 posiciones mediante una viga deslizante, en la primera posición levanta la lámina del depósito de láminas y la traslada a la segunda posición, donde se le coloca unas orejas y una barra de cobre y proceden a ser remachadas las orejas y la barra de cobre incrustada en medio de las 2 orejas, luego en la tercera posición, la lámina es prensada por el logo de la empresa y así es que se termina la fabricación de la lámina para el siguiente proceso.

Cuenta con los siguientes subsistemas:

- Rieles y Racks de almacenamiento y carro de transferencia.
- Cadena transportadora.

- Estructura en donde se ubican las estaciones de prensado de logo.
- Viga deslizante.
- Sistema hidráulico/neumático.
- Sistema de control eléctrico.

El rango de capacidad está entre 60 y 650 unidades por hora. (Lombardo, 2016)

- **Máquinas Lavadoras de Cátodos**

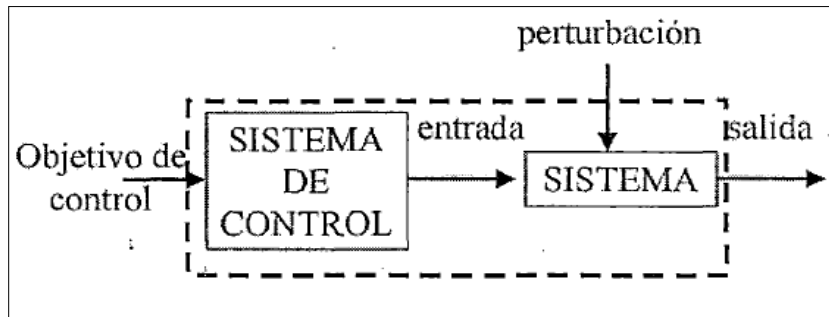
La funcionalidad de estas máquinas, es que reciben los cátodos para poder ir lavándolos y generar un paquete para ser retirado por una grúa. Así lo precisa Lombardo (2016), además asegura que esta máquina tiene una capacidad para 700 unidades por hora e incluye los siguientes grupos de equipos:

- Rieles de almacenamiento de restos de cátodos.
- Carro de transferencia.
- Transportadora de carga.
- Cámara de lavado.
- Estación de descarga.
- Rueda de transferencia.
- Estación de apilamiento.
- Transportadora de paquetes.
- Unidad de potencia hidráulica.
- Sistema de control eléctrico.

## **2.2.4 Control**

### **A. Sistemas de control**

Son un conjunto de dispositivos que actúan de manera grupal y así cumplir un objetivo de control, con el avance de la tecnología se han logrado muchos adelantos digitales.

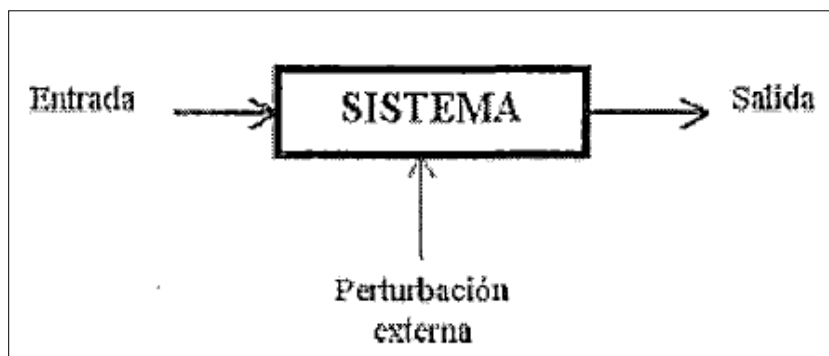


**Figura 2.** Sistemas de Control.

**Nota:** Tomada de: "Diseño para la optimización de un sistema control, monitoreo y seguridad de la estación intermedia de transporte de combustible "Corazón"", por Llanos y Paredes. 2016.

## B. Sistema

Conjunto y combinación de componentes que actúan en grupo para cumplir objetivos comunes.



**Figura 3.** Componentes de un Sistema.

**Nota:** Tomada de: "Diseño para la optimización de un sistema control, monitoreo y seguridad de la estación intermedia de transporte de combustible "Corazón"", por Llanos y Paredes. 2016.

### 2.2.5 PLC (Controlador Lógico Programable)

En la industria el PLC o Controlador Lógico Programable, resulta siendo un elemento básico, siendo su función principal controlar los sistemas y procesos. Se utiliza laboratorios virtuales al inicio de su utilización resultando ello muy útil, pudiendo ahorrar costos y también tiempo. Como ventaja se pueden tener a los controladores y además a su lógica secuencial en pleno funcionamiento, inclusive mucho más antes de que empiecen a funcionar.

Los sistemas automatizados tecnológicos modernos y novedosos usan ya en gran escala los PLCs; lo cual conlleva a que la industria actual necesite ingenieros con



capacidades, conocimientos y destrezas en automatización en distintas áreas. (Cáceres y Amaya, 2016).

La programación del PLC se enseña en cursos de automatización de pregrado, por tal su diseño y programación no es difícil, solo necesita adaptarse a las necesidades del medio que lo requiere.

En su investigación Chango precisa:

"Las distintas soluciones basadas en Ethernet son usadas cada vez más en el sector de automatización, en donde las cadenas de los procesos y de la producción son inspeccionadas por un piloto usado como cliente y /o servidor con controladores, PLC, el cual tiene acceso a cada sensor conectado a una red. Si se desea instalar una red efectiva y segura también debe utilizarse conectores apropiados, los cuales son muy flexibles a la hora de acoplarse a la situación o escenario que lo requiera" (2009, p. 24).



**Figura 4.** Controlador de Red Programable.  
**Nota:** Tomada de: “Integración de procesos industriales mediante una red Ethernet dedicada para PLC’S de diferentes fabricantes, aplicada en Cecattec (Mecatrónica)” por Chango. 2009.

Para el uso de PLC’S se utilizan muchas redes, pero la más recomendada y utilizada por la industria son las Ethernet; “Las redes Ethernet, en comparación con otras redes, se caracterizan por una disponibilidad inigualable, que garantiza que la comunicación de datos y los usuarios siempre se hallan a salvo. Además, existe una amplia base de conocimiento relativa a su uso”. (Chango, 2009, p26)

Se utiliza en sistema de cableado y aplicaciones de banda ancha, sus accesorios son económicos.



**Figura 5.** Regulador Industrial para monitoreo.

**Nota:** Tomada de: "Integración de procesos industriales mediante una red Ethernet dedicada para PLC'S de diferentes fabricantes, aplicada en Cecattec (Mecatrónico)" por Chango. 2009.

### 2.2.6 Sistema SCADA

Las famosas redes industriales y sus respectivas comunicaciones usadas como elementos en el proceso y en la inspección, están basadas en signos analógicos, pese a existir instrumentos analógicos también que pueden guardar mayor cantidad de datos.

En procesos industriales la "Automatización", se refiere a la utilización de mecanismos de inspección, vigilancia y de monitoreo de funciones mecánicas en un momento cierto y real, para incrementar la eficiencia de la operación y de los procesos que se lleven a cabo, aumentando incluso la productividad. (Tubón, 2009).

Para Tubón (2009), en su investigación el término "Sistema SCADA, se refiere al software, hardware y procesos usados para el monitoreo y supervisión de procesos relacionados con la industria, almacenando información para futuros requerimientos como el análisis de tendencias, registros, entre otros".

Consecuentemente se define al Sistema SCADA con su acrónimo de Supervisor y Control And Data Acquisition (control y adquisición de datos de supervisión). "Los sistemas SCADA utilizan el computador y las tecnologías de comunicación para automatizar el monitoreo y control de procesos industriales". (Tubón, 2009, p.13).

Estos sistemas integran a la gran mayoría de ambientes industriales complicados o diseminados pues pueden recoger información de gran cantidad de fuentes de manera veloz, presentándola un operador de una manera conocida.

Los sistemas SCADA optimizan la eficacia y resultado del monitoreo y del control administrando información oportuna y así tomar decisiones acertadas.

En este tipo de sistemas tiene un ordenador, se realiza la supervisión, monitor y demás gestiones de alarmas o alertas, la comunicación se realiza por redes LAN

La disponibilidad remota de dispositivos se da a través de una relación entre un sistema de dispositivos de campo y aparatos de niveles mayores de supervisión y control, en donde se intercambia información sobre el progreso del proceso. (Tubón, 2009).



**Figura 6.** Disponibilidad de Información.

**Nota:** Tomada de: "Automatización de la Central de generación Cuyabeno de Petroproducción mediante la Implementación de un sistema SCADA" por Llanos y Paredes. 2016.

No es una tecnología específica, sino un tipo de aplicación. Representa el control de supervisión y la adquisición de datos, por tanto, cualquier aplicación que adquiera datos operativos acerca del sistema para controlar y optimizar ese sistema es una aplicación SCADA. Esa aplicación puede ser por ejemplo un proceso de destilación petroquímica, un sistema de filtración de agua, un compresor de un gasoducto o cualquier otra cosa.

Por tanto, la automatización de SCADA es simplemente el medio para llegar a un fin y no el fin en sí mismo. Todas las empresas buscan maximizar su productividad con la menor cantidad de recursos, así como mantener la competitividad encontrando continuamente nuevas formas de operar y actuar de un modo más rápido y ágil.

## 2.2.7 Softwares utilizados en los Sistemas de Control Remoto y Monitoreo

Los softwares más utilizados en los sistemas de control remoto y monitoreo son los siguientes:

**Software studio 5000:** Es un Software de la marca Allen Bradley exclusiva para sus distintos modelos de PLC's. Rockwell Automation, tiene tres funciones novedosas en su software de programación Studio 5000 que ayudan a los ingenieros a desarrollar más rápidamente los sistemas de automatización en el proceso de diseño de la Empresa.

Tiene distintas funcionalidades como, por ejemplo: La nueva aplicación Studio 5000 Architect, punto central del entorno Studio 5000, aquí los usuarios ven el sistema de automatización global y configuran dispositivos como controladores, HMIs y EOIs y gestionan las comunicaciones entre dispositivos. La aplicación Studio 5000 Logix Designer, es el software de diseño y mantenimiento para la familia de controladores que se utiliza para configurar procesos, lotes, movimientos, seguridad entre otros relacionados. Y el nuevo Studio 5000 Application Code Manager, construye bibliotecas de código reutilizables que pueden ser formalizadas y desarrolladas en toda la empresa. (Valencia, 2019).

**Software Rslinx Classic Gateway:** Este es el programa maestro para la comunicación con los demás softwares, aplicaciones, HMI remotas; pueden utilizar conectividad OPC para comunicarse con Rslinx classic Gateway a fin de recopilar datos de acuerdo con lo requerido por el programador. (Ibáñez, 2016).

**Software Wonderware:** Wonderware Intouch, es el HMI más reconocido del mercado y manejado en más de un tercio de plantas industriales y fabricantes en todo el mundo, Wonderware produce software industrial para un mundo actual. Más cercano a la información. Es un software abierto, libre, digerible, práctico en su uso, seguro y variable que empodera a los usuarios para que conecten, inspeccionen, entiendan y optimicen sus operaciones.

Es una marca preeminente del software industrial y líder global en el abastecimiento de HMI, SCADA y software en general para sistemas operativos de industrias. (Ibáñez, 2016).

**Wonderware Intouch:** Intouch Software es un programa para desarrollar control supervisorio de un proceso, el cual incorpora recursos de operación pre configurados como: botones, visualizadores numéricos, pilotos, gráficos, tendencias, alarmas, entre otros.

Es conocida por ser una de las herramientas de diseño HMI más sencillas y elegantes del mercado en comparación con el demás software. Permite fácil integración con otros dispositivos. Las ventanas creadas son compatibles con todas las versiones de intouch, por lo tanto, la inversión es protegida.

Tiene distintas funcionalidades como, por ejemplo: “La nueva aplicación Studio 5000 Architect, punto central del entorno Studio 5000, aquí los usuarios ven el sistema de automatización global y configuran dispositivos como controladores, HMIs y EOIs y gestionan las comunicaciones entre dispositivos” (Valencia, 2019, p. 20). La aplicación Studio 5000 Logix Designer es el software de diseño y mantenimiento para la familia de controladores que se utiliza para configurar procesos, lotes, movimientos, seguridad entre otros relacionados. Y el nuevo Studio 5000 Application Code Manager construye bibliotecas de código reutilizables que pueden ser formalizadas y desarrolladas en toda la empresa. (Valencia, 2019).

**Archestra:** “Archestra es la arquitectura tecnológica desarrollada por Wonderware, basada en .NET, de Microsoft. Utilizada para facilitar e impulsar la integración de dispositivos y sistemas a distintos niveles”. (Muñoz, 2018, p. 44).

**Historian Server:** Anteriormente conocido como ‘Industrial SQL’, es el sistema de almacenamiento y adquisición de datos de alta velocidad de WSP. Está acoplado a Microsoft SQL Server. Los datos de estado y configuración son almacenados en la base de datos del Servidor SQL embebido, mientras que las series temporales de datos históricos son almacenados en estructuras de archivos optimizados llamados history blocks.

- Captura de datos de alta velocidad, adquiere y almacena datos de procesos 100 veces más rápido que un RDBMS.
- Espacio de almacenamiento reducido, almacena datos en una fracción del espacio que sería requerido por una base de datos relacional común.
- Extensiones de dominio del tiempo para SQL, permite el control de la resolución y provee la base para las funciones relacionadas con el tiempo como la tasa de cambio y los cálculos de procesos integrales en el servidor. (Ríos y Urueta, 2003)

### 2.2.8 Sistemas HMI

Actualmente los sistemas HMI que se usan en muchas empresas están implementados de forma pobre debido a:

- Falta de conocimiento.
- Falta de dinero.

La mayoría de estos sistemas son representaciones fidedignas de los diagramas P&ID.

- Trends son relegados en otros sheets.

- No se muestra toda la información.
- Se incluyen elementos distractores, elementos en 3D, líneas de diferentes colores.

Diseñar un buen sistema HMI intuitivo, ordenado, considerando factores humanos ergonómicos, facilitará el trabajo del usuario final, maximizará el tiempo de respuesta ante eventos anormales, y dará un «toque» profesional a nuestros desarrollos.

#### **A. HMI de alto desempeño**

Este tipo de HMI facilita que un operador monitoree de forma segura y efectiva una planta de procesamiento.

Por lo tanto, el diseño de este es un elemento crítico para la efectividad de las operaciones.

Existen muchas guías y estándares:

- ISA 101.
- API 1165 Recommended Practice for Pipeline SCADA Displays.
- ASM Consortium Guidelines Rev 3- 2008 Effective Operator Display Design.
- ANSI/HFES 100- 2007 Human Factors Engineering of Computer Workstations.
- ISO 9241 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals.
- NUREG- 0700 Rev. 2- 2002 Human- System Interface Design Review Guidelines.

En resumen, el diseño de un HMI de alto desempeño involucra conocer:

- Principios y mejores prácticas para un HMI efectivo.
- Establecer una jerarquía de contenidos y navegación.
- Diseño efectivo de la consola del operador (HW y SW). (Iquiapaza, 2017).

#### **B. HMI de alto desempeño**

Los tres principios básicos son los siguientes:

- **Claridad**
  - Gráficos entendibles, mensajes fáciles de leer.
  - Visualización clara del estado y condición del proceso.
  - HMI conteniendo solo información importante.

- Alarmas e indicadores de fallo deben de ser claros, resaltados y distinguibles.
- **Coherencia**
  - Gráficas estandarizadas, sencillas.
  - HMI acorde al modelo mental de los operadores.
- **Retroalimentación**
  - HMI debe minimizar fatiga del usuario.

Elementos gráficos y de control deben ser desarrollados de acuerdo con las normas existentes.

Debido a que el uso general de las HMI se basa en la supervisión y control de procesos, el objetivo de esto es proveer al operador información clara, segura y confortable para minimizar la ocurrencia de errores en un proceso determinado. (Iquiapaza, 2017).

### **C. Representación Gráfica de Procesos**

Las siguientes características son consideradas para los gráficos “Pobres”

- No tienen gráficos de tendencias.
- Animaciones desproporcionadas.
- Objetos con colores brillantes en 3D, en líneas de proceso, bombas, actuadores.
- No se visualiza tag del equipo.
- No contiene código de colores de las tuberías del proceso.
- Las U.M. son escritas en texto grande y de color brillante. (GPM, PSIG).
- El nivel es representado de forma exagera y de forma del tanque.
- Representación exacta del plano p&id.
- Contienen líneas atravesadas y sin referenciar.
- Alarmas con colores repetidos o no relacionados.

Fondos de pantalla contienen imágenes o colores degradados. (Llerena, 2018).

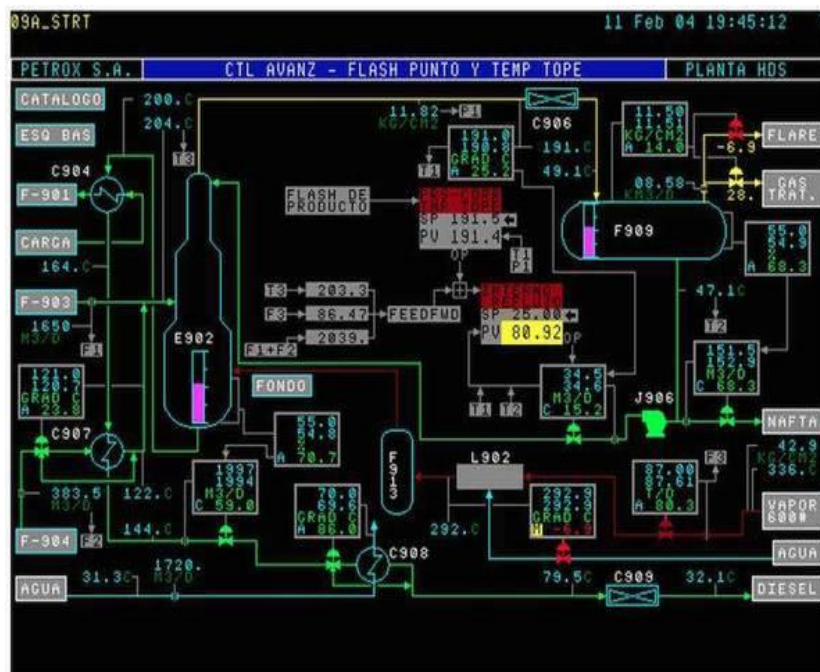
A continuación, se presentan las características principales que tienen los gráficos de “alto rendimiento”.

- Describen el estado del proceso, ejemplo, automático, manual, fallo, etc.
- Poseen tendencias.
- Uso de animaciones solo para mostrar eventos anormales.

- Fondo de pantalla gris usado para minimizar la fatiga visual, incluye elementos de alto contraste para los equipos y elementos.
  - Los colores son destinados para elementos críticos como alarmas. Generalmente se usa el amarillo, no debe ser usado jamás para textos, líneas, bordes, etc.
  - Los equipos son mostrados en 2D que hagan un buen contraste con el fondo de la pantalla.
  - El método de navegación utilizado debe ser lógico y consistente, utilizando jerarquías para la exposición de los detalles del proceso.
  - Para la navegación entre las diferentes ventanas, el operador requiere de un mínimo de acciones del teclado.
  - Las líneas de proceso son utilizadas en escala gris y poseen líneas ligeramente más gruesas para identificar las líneas principales del proceso.
- (Llerena, 2018).

#### D. Representación de datos

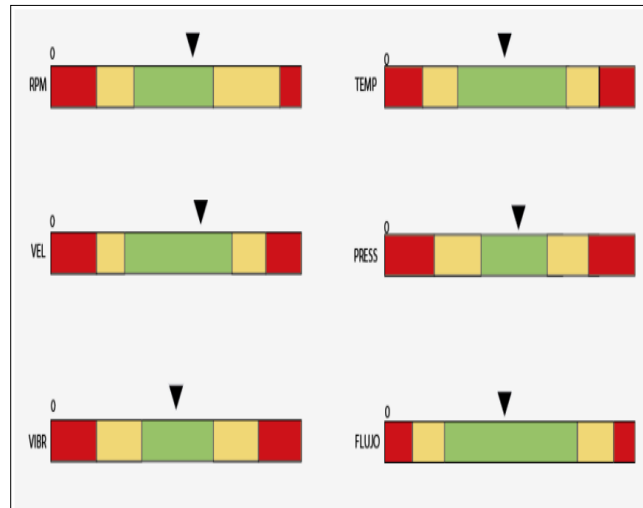
Exponer solo los datos que brinden información importante y no sature al operador con data innecesaria o poco relevante.



**Figura 7.** Representación de datos, Software Wonderware.



Una buena representación gráfica de valores de proceso, se logra incluyendo colores para zona segura (verde), prevención (amarillo) y emergencia (roja).



**Figura 8.** Gráfica de valores, Software Wonderware.

Incorporando indicadores visuales, podemos aumentar la rapidez de interpretación para diagnosticar el proceso.

Las tendencias transmiten mucha más información sobre la naturaleza del proceso ya que un simple valor en la pantalla no transmite información importante para el operador. Todas las HMIs deben permitir el acceso a las tendencias.

### **E. Uso de colores**

El uso de los colores en las HMI a nivel industrial, ha tenido gran importancia a medida que ha transcurrido el tiempo el uso de estos se ha vuelto un tema muy complejo, sobre el cual reposan miles de artículos investigativos, que comprenden desde estudios ergonómicos hasta jerarquización de alarmas y elementos de los procesos. (Llerena, 2018).

El uso adecuado de estos ayuda a realizar gráficos de fácil comprensión y de fácil utilización, el mal uso obstaculiza la capacidad de detectar rápidamente algún evento anómalo.

- **Color de Fondo**

Estudios especializados según Valencia, han comprobado que el color correcto para el fondo de la pantalla debe ser de color gris claro, debido a que ofrece una mayor eficacia que solucionan los problemas de deslumbramiento, contrastes y la fatiga de los

operadores. Para que el color de fondo de la ventana de gráficos haga buen efecto, el cuarto de control. (2019).

Se usa usualmente el gris 3 (RGB 221, 221, 221) o gris 4 (RGB 192, 192, 192) como tonalidades típicas para el uso en fondos de ventanas de gráficos.

### **2.2.9 Inteligencia de Negocios**

La inteligencia de negocios llamada también Business Intelligence (BI), es un conjunto de procesos, tecnologías de aplicaciones que permiten rápida y sencillamente obtener datos de los sistemas de gestión empresarial para analizarlos e interpretarlos; así poder ser utilizados en la toma de decisiones, sirviendo de conocimiento para los usuarios responsables de las empresas. (Coasaca, 2018).

Esta tecnología es clave y estratégica para las empresas, pues provee a los gerentes o directores información oportuna y fiable que puedan responder a las situaciones que puedan presentarse en el diario quehacer.

Las herramientas o instrumentos que se utilizan en la inteligencia de negocios, muestran la información en forma de cuadros de mando, reportes específicos y precisos que se crean a partir de los datos extraídos del ERP que la empresa utiliza normalmente en su gestión, y por ello la información es mostrada al usuario eficazmente en el momento, para poder realizar el análisis e interpretación que amerite el caso. (Coasaca, 2018).

### **2.2.10 Mejora de Procesos**

La mejora de un proceso en general significa un reto para las industrias, considerando que la inversión es muy grande en capitales; destinando los recursos para comprar nueva y moderna maquinaria, a poder capacitar al personal y así lograr estándares de calidad cada vez más altos. Sin embargo, pese a los grandes esfuerzos se destina poco dinero al desarrollo de tecnología de última generación.

En un artículo de Ingeniería y Ciencias sobre Optimización simultánea para la mejora continua y reducción de costos en procesos; Dominguez precisa:

"Muchos problemas de optimización son caracterizados por la flexibilidad para establecer la utilidad entre las funciones objetivas. La estrategia experimental desempeña un papel importante para generar estas funciones objetivas, además, esta se ha aplicado de manera conveniente para disminuir costos de calidad y en la mejora continua de la calidad de procesos y productos. Es frecuente encontrar muchas aplicaciones industriales con varias respuestas cuya finalidad es alcanzar la calidad

global de un producto, por lo que es necesario optimizar de manera simultánea las respuestas de interés. En esencia, el problema de optimización de varias respuestas involucra la selección de un conjunto de condiciones o variables independientes, tales que den como resultado un producto o servicio adecuado. Es decir, se desea seleccionar los niveles de las variables independientes que optimicen todas las respuestas a la vez” (2017, p. 145).

Las empresas buscan desarrollar nuevos procesos y productos, así como la mejora continua de estos, tienen relación con la calidad de los productos que ofrecen en función de factores de control y de interés.

Los procesos por tanto representan según Alberto Medina Leon, Dianelys Rivera, Arianys Hernandez Nariño, Yeni Diaz Navarro:

“Los procesos han adquirido una importancia tal que, en la actualidad, forman parte de las denominadas prácticas gerenciales. En tal sentido, puede señalarse que representan una de las perspectivas del Cuadro de mando Integral (CMI), constituyen uno de los criterios de evaluación del modelo EFQM (European Foundation for Quality Management) de Calidad Total, forman una de las cinco claves del Benchmarking, para los productores de clase mundial resultan un arma competitiva, son el centro de las Normas ISO 9000, poseen similares principios que la teoría de los Puntos Críticos de Control (PCC); y por último, su estudio es un excelente medio para eliminar despilfarros y actividades que no aporten valor añadido” (2017, p. 273).

#### **A. Herramientas para la Mejora de Procesos**

Para poder realizar un discernimiento y escoger el método o herramienta que nos permita implementar un proceso de mejora, es necesario determinar los procesos de la empresa, seleccionar los procesos para la mejora, representar los procesos a ser mejorados, diagnosticar y determinar las propuestas de mejora, implantar las mejoras propuestas y seguir con la corrección de las desviaciones de las medidas puestas en funcionamiento, hasta su aplicación correcta.

Todo ello nos permite verificar que la mejora y transformación de toda la organización, debe ser de manera sectorizada y en orden para lograr un resultado más eficaz; pues los recursos con los que se cuenta son finitos.

Para poder discernir en el orden de los procesos influye el aspecto económico, nivel de madurez en el enfoque basado en procesos de la organización y otras razones a ser evaluadas por la empresa o grupo en general, según los intereses perseguidos.

Es importante considerar como así precisa Solano (2017) que la Gestión y Mejora de Procesos deberá cumplir con las premisas siguientes:

- Existencia de compromiso por parte de la alta dirección.
- Involucrar a especialistas con capacidad de aportar ideas y tomar decisiones.
- Sustentado en un trabajo en equipo.

A partir de estas premisas Solano (2017) sugiere que se propongan los pasos siguientes:

- Adiestrar al equipo de mejora sobre los criterios reflejados en la literatura universal para este fin.
- Lograr un consenso de los criterios a utilizar en la empresa objeto de estudio, para sus condiciones particulares.
- Obtención de los procesos relevantes para reducir el listado de los procesos de la empresa.
- Obtención de los pesos relativos de cada criterio seleccionado.
- Determinación del orden de los procesos para la mejora.

Existen dos técnicas utilizadas y muy conocidas:

- **Análisis de Causa Efecto**

Según Iquiapaza “Es una representación gráfica en forma de espina de pescado que permite identificar las causas que afectan un determinado problema en una forma cualitativa”. (2017, p. 17). También se le conoce como diagrama espina de pescado o de Ishikawa en honor a su creador.

Se usa para averiguar las causas y efectos de un problema; separándolos en métodos, mano de obra, maquinaria, materiales y medio ambiente.

Permite su utilidad poder desceñir entre la prioridad de los problemas y poder hallar de manera ordenada sus causas y posibles consecuencias.

- **Hoja de inspección**

Se diseña un sencillo formato conocida como Hoja de Verificación u Hoja de Chequeo.

“La hoja de inspección en un registro de información que indica el número de veces que ha sucedido algo, por ejemplo, la cantidad de personas atendidas por hora en caja, tiempo de respuesta de promotores, causas de cheques devueltos, causa de solicitudes rechazadas, defectos en productos, etc.” (Iquiapaza, 2017, p. 17).

El formato deberá contener el área o departamento respecto de los datos y la fecha de recolección.

#### **B. Selección de criterios para la determinación de los procesos a mejorar**

A continuación, se propone los siguientes criterios de selección conforme (Rodríguez, 2015):

- **Impacto del proceso (IP):** Valoración de la incidencia del mismo en el cumplimiento de los objetivos estratégicos y/o metas de la organización.
- **Repercusión en el cliente (RP):** Reflexión para cada proceso acerca de las incidencias que posee en la satisfacción de los clientes de la organización.

#### **2.2.11 Medidas preventivas de protección en Seguridad en una Planta de Refinería.**

Las medidas preventivas se rigen conforme al Reglamento de Seguridad de la Planta de Refinería, reglamento que se establece en función de un sistema de seguridad que garantiza la seguridad del trabajador en su ambiente de trabajo, ello proporciona confianza y permite que la productividad consecuentemente prosiga y se mantenga.

Las medidas de protección y prevención en una planta de refinería en los últimos tiempos han tenido que cambiar y adecuarse; desde los implementos a utilizarse en las operaciones, con los equipos o entre el mismo personal, hasta la protección y seguridad de los procedimientos normalmente conocidos y estandarizados.

Las medidas más comunes en seguridad a tener en cuenta en el área de trabajo son:

- Mantener el espacio ordenado y limpio.
- Identificar peligros.
- Solicitar mejoras.
- Salidas de emergencia.
- Instrucciones de uso.

Los espacios de trabajo deben mantenerse limpios y en orden para evitar percances y accidentes; así también resultará más fácil identificar los peligros y poder evitarlos.

Si se advierte de áreas en el trabajo que pueden mejorarse, se pone en conocimiento de los jefes encargados o se pone en conocimiento la mejora. Las salidas de emergencia no deben truncarse ni perderse sin poner de conocimiento previo al personal; pues precisamente su finalidad es la emergencia en caso de siniestros.

Las instrucciones de uso para los equipos deben ser leídas de manera estricta, pues en ella están las recomendaciones y seguimiento para su mantenimiento, utilización y cuidado, así evitaremos accidentes que podrían suscitarse por desconocimiento.

### **2.2.12 Pandemia: Coronavirus COVID-19**

Para la OMS (Organización Mundial de la Salud):

"Los coronavirus son una extensa familia de virus que pueden causar enfermedades tanto en animales como en humanos. En los humanos, se sabe que varios coronavirus causan infecciones respiratorias que pueden ir desde el resfriado común hasta enfermedades más graves como el síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS) y el síndrome respiratorio agudo severo (SRAS). El coronavirus que se ha descubierto más recientemente causa la enfermedad por coronavirus COVID-19.

La COVID 19 es una enfermedad infecciosa que es producida por el coronavirus; tanto el virus como la enfermedad no se conocían hasta que estalló el brote en Wuhan, China: en diciembre de 2019. A la actualidad la COVID 19 es una pandemia mundial. (OMS, 2020).

Los síntomas COVID-19 más comunes son fiebre, tos seca y cansancio. Otros síntomas menos graves y que solamente afectan a algunos son los dolores y molestias, congestión nasal, dolor de cabeza, conjuntivitis, dolor de garganta, diarrea, pérdida del gusto u olfato y erupciones cutáneas o cambios de color en los dedos de las manos o pies. (OMS, 2020).

Para la Organización Mundial de la Salud: "La mayoría de las personas (alrededor del 80%) se recuperan de la enfermedad sin necesidad de tratamiento hospitalario. Alrededor de 1 de cada 5 personas que contraen la COVID 19 acaba presentando un cuadro grave y experimenta dificultades para respirar". Así también continúa:

Las personas mayores y las que padecen afecciones médicas previas como hipertensión arterial, problemas cardíacos o pulmonares, diabetes o cáncer tienen más probabilidades de presentar cuadros graves. Sin embargo, cualquier persona puede contraer la COVID 19 y caer gravemente enferma. Las personas de cualquier edad que tengan fiebre o tos y además respiren con dificultad, sientan dolor u opresión en el pecho o tengan dificultades para hablar o moverse deben solicitar atención médica inmediatamente. Si es posible, se recomienda llamar primero al profesional sanitario o

centro médico para que estos remitan al paciente al establecimiento sanitario adecuado. (OMS, 2020).

Esta pandemia mundial registrada también en nuestro país con consecuencias funestas a la fecha, ha obligado a tomar medidas laborales, políticas, económicas, sociales y culturales en los diferentes ámbitos; con mayor razón en el rubro industrial y minero por ser estos pilares de desarrollo económico; consecuentemente se adoptaron medidas urgentes y prontas para evitar colapsos incensarios que pudieran perjudicar aún más la situación económica del país.

La automatización y digitalización en el área industrial y minera fue básica para la etapa de contención en el Perú; y adicionado a ello debió solamente adaptarse la aplicación y su progresión práctica para su utilización; solo ha sido un adelanto apurado pero certero.

### **2.2.13 Normatividad sobre coronavirus COVID-19**

Dado el contexto de Coronavirus (COVID-19), en el Perú se emitió diferentes normativas en cuanto a Reactivación de sectores productivos por fases, la implementación del Plan de Vigilancia, prevención y control en el centro de trabajo Covid-19, lineamientos para la vigilancia, prevención y control de salud de los trabajadores, trabajo remoto durante la pandemia, cumplimiento a la Ley de Seguridad y Salud en el trabajo considerando las fiscalizaciones que pueden ser realizadas por Centro Nacional de Salud Ocupacional y Protección del Ambiente para la Salud (CENSOPAS) y la (Superintendencia Nacional de Fiscalización laboral (SUNAFIL). (Diario Gestión, 2020).

Toda esta vasta normatividad ha abierto innumerables posibilidades y también ha despejado lagunas y vacíos que deben ser suplidos a rapidez para evitar colapsos; a la fecha continúan emitiéndose innumerable normativa en distintos sectores todos ellos buscan salidas y soluciones a la crisis sanitaria sufrida.

### **2.2.14 Medidas de Prevención contra el COVID 19**

La Organización Mundial de la Salud prescribe las siguientes medidas para evitar la propagación de la COVID-19:

"Lávate las manos con frecuencia. Usa agua y jabón o un desinfectante de manos a base de alcohol. Mantén una distancia de seguridad con personas que tosan o estornuden. Utiliza mascarilla cuando no sea posible mantener el distanciamiento físico. No te toques los ojos, la nariz ni la boca. Cuando tosas o estornudes, cúbrete la

nariz y la boca con el codo flexionado o con un pañuelo. Si no te encuentras bien, quédate en casa.

En caso de que tengas fiebre, tos o dificultad para respirar, busca atención médica. Llama por teléfono antes de acudir a cualquier proveedor de servicios sanitarios para que te dirijan al centro médico adecuado. De esta forma, te protegerás a ti y evitarás la propagación de virus y otras infecciones. (OMS, 2020)".

Respecto al uso de las mascarillas precisa que “pueden ayudar a prevenir que las personas que las llevan propaguen el virus y no contagien a otras personas; pero no protegen frente a la COVID-19 por sí solas, por lo que deben combinarse con el distanciamiento físico y la higiene de manos” (OMS, 2020).

Las medidas de prevención más comunes adoptadas en la industria frente a este virus son las siguientes:



**Tabla 2.***Medidas preventivas frente al Covid19*

Seguir las recomendaciones de la autoridad sanitaria.	Facilitar una entrada escalonada al trabajo.
Evitar coincidencia de turno en el relevo.	Minimizar los viajes.
No acudir al centro de trabajo si se tiene fiebre.	Limitar los movimientos dentro de la empresa del personal externo.
Aplicar al personal externo las mismas medidas de higiene y protección que al personal propio.	En campañas temporales y nuevas incorporaciones comprobar procedencia de las y los trabajadores.
Trabajadoras y trabajadores sensibles: Identificar al personal especialmente sensible a este riesgo para adoptar las medidas específicas necesarias para su protección.	Organizar el acceso de las personas trabajadoras a las instalaciones comunes.
Reducir los flujos de tránsito.	Restringir las visitas al mínimo.
En los espacios en los que exista atención al público, disponer medidas para garantizar el mantenimiento de distancia de seguridad con las personas trabajadoras.	Aumentar de la frecuencia de retirada de desechos.
Valorar la necesidad de establecer turnos, realizar pausas, alternar tareas, etc.	Tener en cuenta a la hora de disponer los desplazamientos de las personas que en los casos “en los que deba viajar más de una persona en el vehículo, respetará que vaya como máximo una persona por cada fila de asientos»

**A. Medidas Higiénicas.**

Algunas medidas preventivas higiénicas son:

**Tabla 3.***Medidas Higiénicas*

Reforzar la disponibilidad de material de limpieza e higiene del personal.	Comprobar que hay jabón, papeleras suficientes y paños de papel desechables.
Si no se puede disponer de agua y jabón se suministrarán preparados de base alcohólica.	Disposición de pañuelos desechables y soluciones/toallitas alcohólicas, así como un punto de información básica.
Colocación de contenedores cerrados específicos para pañuelos usados, con apertura de pie preferentemente.	Facilitar el lavado frecuente de manos con agua y jabón y el secado con toallitas de papel desechables.
Aumentar la frecuencia de la limpieza de todas las superficies.	Utilizar los productos de limpieza habituales o sustituirlos si procede de por otros de mayor eficacia.
Extremar las condiciones de limpieza de las herramientas y maquinaria.	En oficinas, no compartir objetos sin limpiar antes.
Utilizar los guantes de protección habituales.	Reforzar la limpieza de la ropa de trabajo y equipos de protección individual.
Aumentar la renovación de aire en todos los espacios de trabajo siempre que sea posible, sea de forma natural o forzada.	Disposición de mascarillas y/o protección facial/ocular frente a partículas, salpicaduras o aerosoles con nivel de protección del tipo que determina la Evaluación de Riesgos.
Cambiar de guantes con frecuencia.	Evitar tocarse la cara y los ojos durante el trabajo.
Recordar al personal que no se debe compartir comida, objetos y utensilios sin limpiarlos previamente.	Es responsabilidad de todas las personas, contribuir al mantenimiento y estado de las instalaciones.

**Fuente:** (Plan de Contingencia Southern Perú, 2020. p 12).

**2.2.15 Medidas de Prevención contra el COVID 19 en la Minería**

El Ministerio de Energía y Minas (MINEM) aprobaron el protocolo para que se instalen las medidas de prevención y respuesta ante la Covid-19, esto durante las acciones del traslado de personal de las unidades mineras y de producción; el mencionado documento se llama “Protocolo Sanitario para la implementación de

medidas de prevención y respuesta frente al COVID – 19 en las actividades del subsector Minería, el Subsector Hidrocarburos y el Subsector Electricidad” y está contenido en la Resolución Ministerial N°128-2020-Minem/DM. El protocolo, aprobado en resolución ministerial, establece la identificación de personal que puede presentar los síntomas del coronavirus, la evaluación de los trabajadores y la disposición de espacios temporales de aislamiento. (Diario La República, 2020).

El documento indica que se realiza una revisión de todos los trabajadores mineros antes de su traslado hacia o desde las unidades. Esta evaluación implica un control de la temperatura de los empleados, ver los síntomas que podrían tener respecto al virus y realizar pruebas rápidas, de contar con ello.

También se tendrán áreas de aislamiento temporal para la recepción de personas trasladadas desde las unidades mineras o de producción. En estas zonas, también se albergará a los trabajadores que presenten los síntomas de la Covid-19, así como a quienes tuvieron contacto con la persona.

Al paciente se le derivará al establecimiento de salud del estado, mientras que los trabajadores que se encontraban aislados regresarán a sus hogares. (Diario La República, 2020).

En la resolución ministerial N°129-2020, se da luz verde a la aplicación de “criterios de focalización territorial” los cuales serán aplicados para reanudar las actividades de explotación, almacenamiento, transporte, beneficio y cierre de minas de la gran minería, así también de proyectos de interés nacional y construcción e iniciación de proyectos que consten en el Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad, hallados en el ámbito del sector de energía y minas. (Revista Energiminas, 2020).

Los viceministerios de Minería, Electricidad e Hidrocarburos a fin de difundir medidas de prevención y réplica frente al Covid-19, pueden disponer se elabore material infográfico relacionado a la seguridad y salud en el trabajo para temas específicos de los mencionados subsectores. (Revista Energiminas, 2020).

### 2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

**Ladder:** Tipo de lenguaje de programación para PLC’s, se usa en la lógica de control de sistemas. Se le llama diagrama de lógica o diagrama de escalera, es popular entre los autómatas porque está basado en esquemas eléctricos de control básicos. Llerena (2018).

**Software:** Interfaz para la comunicación de un controlador, es el soporte lógico de un sistema de información, comprende los componentes lógicos que sean necesarios

y posibilita que se realicen tareas específicas. La interacción y relación entre el software y el hardware hace operativo un dispositivo, eso significa que el Software remite instrucciones que el Hardware elabora o trabaja, posibilitando que funcione. Llerena (2018).

**PLC:** Controlador lógico programable, se comporta como un cerebro que activa los componentes de máquinas que permite se ejecuten tareas que pueden ser peligrosas para el ser humano o también que pueden ser muy lentas. Actualmente se usan en todo tipo de aplicaciones industriales, solucionando control de procesos dentro del sector industrial y otros. (Solano, 2017).

**Proceso:** Es un conjunto de actividades que se desarrollan en un periodo de tiempo finito o infinito con el objetivo de llegar a un fin. Existen procesos en distintos ámbitos, estos tienen un ingreso y salida con utilización de recursos. (Ibáñez, 2016)

**Negocios:** Es la actividad laboral de cualquier persona, sobre todo de las que se dedican al comercio de bienes y servicios, con el objetivo de obtener dádivas económicas, ganancias, utilidades a costa de inversiones, trabajo y eficiencia.

**Automatización:** La automatización es un sistema donde se trasladan tareas de producción realizadas por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos que operan en su funcionamiento. (Lombardo, 2016).

**Mejora:** Es el cambio o progreso de algo hacia una situación precaria a una mejor. Al hablar de mejora se habla de algo que ya es bueno pero que está en continuo proceso de cambio en superior.

**COVID-19:** Enfermedad infecciosa causada por el coronavirus, se produjo en Wuhan y actualmente está considerada como una enfermedad mundial de transmisión rápida y hasta mortal. (OMS, 2020).

**Sistemas:** Son un conjunto de elementos relacionados entre sí de manera organizada con funciones independientes y pueden desarrollarse en distintas áreas, desde humanas, locales, anatómicas, gerenciales, etc. (Iquiapaza, 2017).

**Prevención:** Son medidas o disposiciones que se toman de manera anticipada para evitar accidentes o situaciones de riesgo con consecuencias funestas; son una serie de acciones articuladas y programadas con un fin de autocuidado. (OMS, 2020).

**Cosecha:** Es un conjunto de actividades que se desarrollan para la extracción de cátodos de cobre.

**Ánodo:** Es un tipo de electrodo que se utiliza para el proceso de electrolisis del cobre, este electrodo es el que pierde electrones en la reacción química con el electrolito y la corriente.

**Cátodo:** Es un tipo de electrodo que se utiliza para el proceso de electrolisis del cobre, este electrodo es el que gana ánodos en la reacción química con el electrolito y la corriente.

**Amperios:** Es la unidad utilizada para medir las propiedades eléctricas, los amperios son la cantidad de electricidad que fluye a través de un conductor eléctrico. (Cáceres y Amaya, 2016)

**Voltaje:** Es la unidad utilizada para medir las propiedades eléctricas, el voltaje es la presión que se da en el conductor eléctrico es decir la cantidad de electricidad que fluye en relación con la capacidad del conductor eléctrico. (Llerena, 2018)

**Electrolito:** Sustancia química que se utiliza para la electrolisis, esta sustancia contiene iones libres que actúan como conductores eléctricos. (Ibáñez, 2016)

**Electrolisis:** Proceso químico por el cual un cuerpo inmerso en una solución de electrolito descompone el acodo por acción de una corriente eléctrica continua. (Ibáñez, 2016).

**Servomotores:** Es un dispositivo similar a un motor de corriente continua que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación y mantenerse estable en dicha posición. (Coasaca, 2018).

**Comunicación Ethernet:** Protocolo de capa de enlace en la pila de TCP/IP que describe como los dispositivos en red pueden formatear datos para su transmisión a otros dispositivos de una misma red y colocarlo en la misma red. (Ibáñez, 2016).

**Comunicación Devicenet:** Protocolo de comunicación usado en la industria de la automatización para interconectar dispositivos de control para el intercambio de datos, este usa BUSS CAN como tecnología Backbone. (Ibáñez, 2016).

**Motores Eléctricos:** Dispositivos que convierten la energía eléctrica en energía mecánica de rotación por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. (Coasaca, 2018).

**Relés de Protección:** Son dispositivos únicos basados en microprocesadores que eliminan los disparos innecesarios, aíslan las fallas, protegen los motores y los interruptores y proporcionan información del sistema para ayudarle a administrar mejor el sistema. (Cáceres y Amaya, 2016).

**Señales Digitales:** Es un tipo de señal en que cada signo que codifica el contenido de la misma puede ser analizado en término de algunas magnitudes que representan valores discretos, en lugar de valores dentro de un cierto rango. (Cáceres y Amaya, 2016).

**Tag Name:** Nombre que se le asigna a un sensor en un sistema de control mediante PLC.

**IP:** Conjunto de números que identifica, de manera lógica y jerárquica, a una interfaz en la red (elemento de comunicación/conexión) de un dispositivo.

**Sensores:** Dispositivo que capta magnitudes físicas (variaciones de luz, temperatura, sonido, etc.) u otras alteraciones de su entorno. (Lombardo, 2016).

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo de investigación tiene como método de investigación el hipotético deductivo, ya que según León-Barúa (1999), se fundamenta en una hipótesis que, por medio de la observación, recolección de datos se concluirá en la afirmación de la propuesta de mejora es efectiva y eficiente.

#### **3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación es no experimental, ya que según Hernández, Fernández y Baptista (2014), no se modificará a la variable; además, su diseño es transversal, ya que evalúa la muestra una sola vez, describiéndola.

#### **3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

##### **3.3.1 Población**

La presente tesis tiene como población al jefe de electricidad e instrumentación del área de mantenimiento y sus trabajadores. Tamayo (2003, p. 180), define la población como la “totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis o entidades de población que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio”.

**Tabla 4.**

*Población*

<b>Área: Mantenimiento Eléctrico e Instrumentación</b>	
<b>Cargo</b>	<b>Nro.</b>
Jefe de electricidad e instrumentación	01
Supervisor de electricidad	01
Técnico líder de electricidad	01
Técnicos	09
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>

### **3.3.2 Muestra**

Para la muestra se consideró entrevista al jefe de electricidad e instrumentación, así como encuestas a los trabajadores del área de mantenimiento siendo un total de 12 trabajadores. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), para el enfoque cuantitativo, la muestra es un subgrupo de la población de interés, sobre el cual se habrán de recolectar datos y que se define o delimita de antemano con precisión y tiene que ser representativo de esta.

### **3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:**

En la investigación se toma en cuenta para la obtención de la información datos mediante reportes, y se utilizarán técnicas e instrumentos que se detallan a continuación.

#### **3.4.1 Técnicas**

En la investigación se usó la técnica de entrevista y encuesta

#### **3.4.2 Instrumentos**

- La técnica es Entrevista a jefe de electricidad e instrumentación, instrumento guía de entrevista
- La técnica es la Encuesta a trabajadores y el instrumento el cuestionario
- La técnica es la observación y el instrumento es el análisis de reportes de disponibilidad de las principales máquinas del área de mantenimiento.



## **CAPÍTULO IV**

### **DIAGNÓSTICO, RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1 DIAGNÓSTICO SITUACIONAL**

##### **4.1.1 Descripción de la empresa**

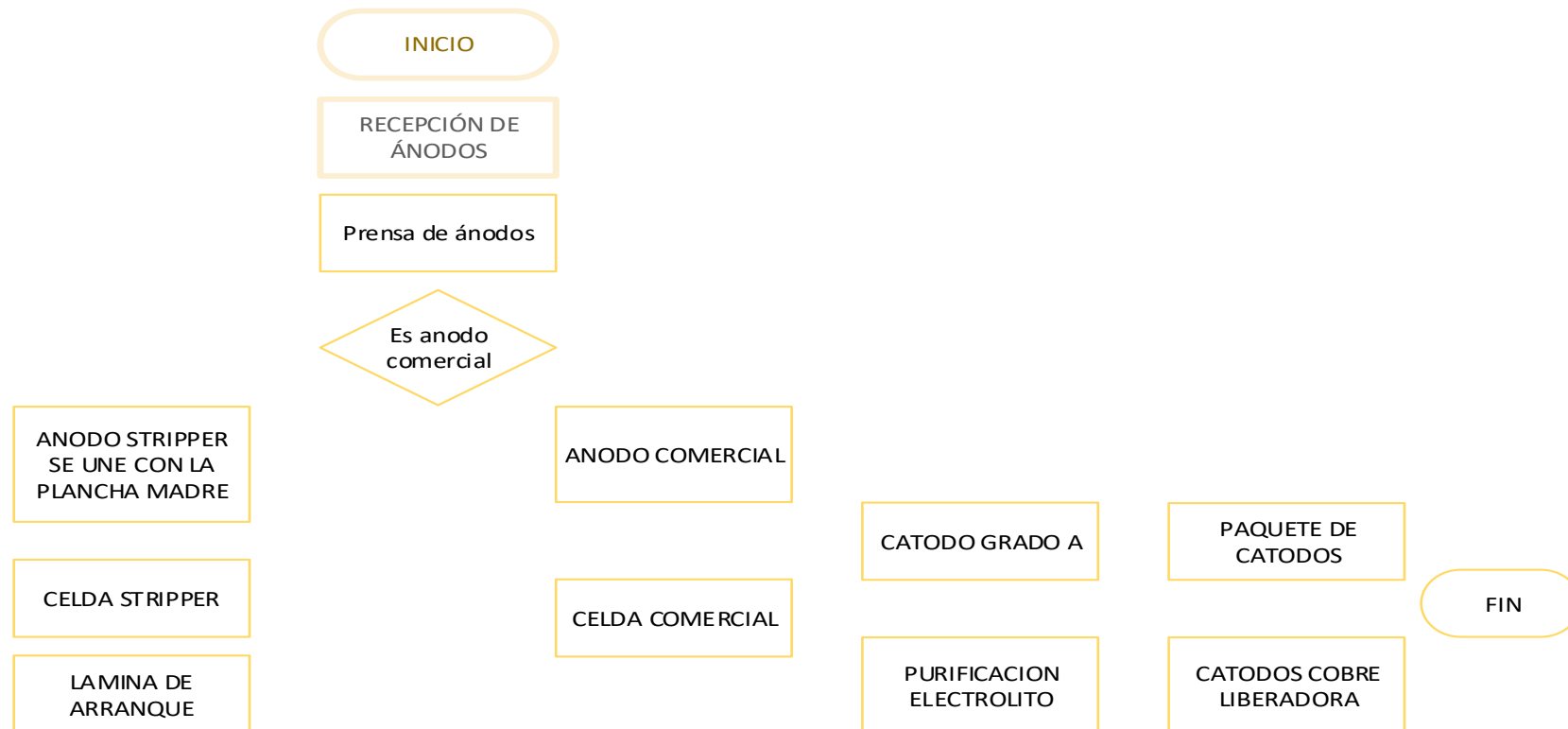
El presente trabajo de investigación estará basado en los procesos de fabricación de cobre, específicamente en las principales operaciones de la planta electrolítica.

El proceso inicia con las operaciones de Toquepala y Cuajone, encargadas de enviar la materia prima por medio de vagones ferroviarios, transportada aproximadamente 27 kilómetros hasta llegar a la operación de fundición, dando como resultado los ánodos de cobre, estos son transportados por plataformas ferroviarias unos 8 kilómetros aproximadamente hacia la operación de refinería, pasando por varios procesos en paralelo para la obtención final del producto que en este caso es un ánodo de cobre refinado con una pureza de 99.99%.

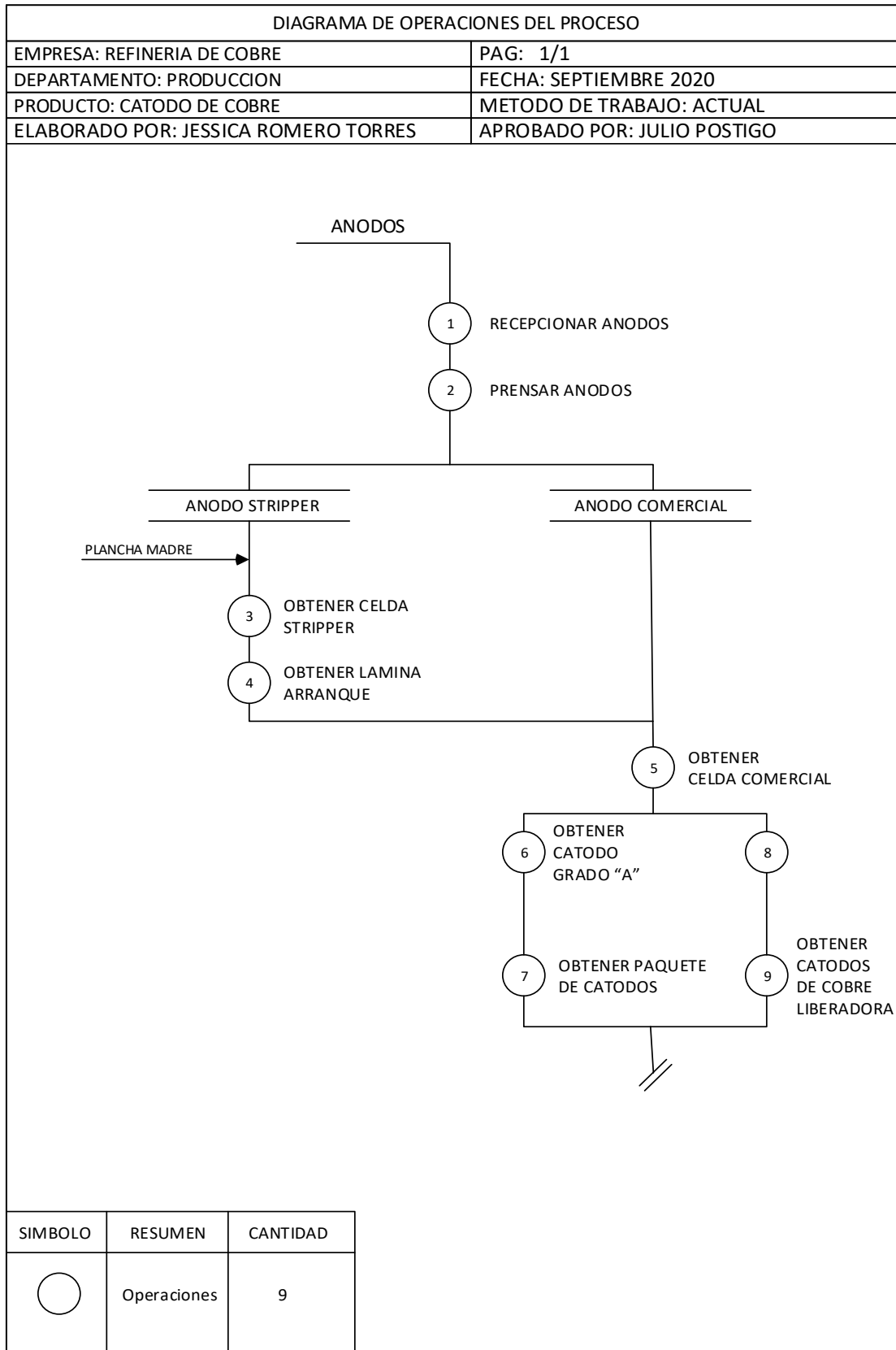
Desde que los ánodos son recepcionados en refinería, son trasladados a la zona de descarga para luego ser llevados al primer proceso que es el prensado de los ánodos para darle la verticalidad adecuada para el proceso, paralelamente se va produciendo láminas de arranque, estas láminas sirven para colocarlas junto con los ánodos para el proceso de electrolítico, este proceso tiene una duración de 12 días y consiste en introducir en celdas ánodos y láminas para rellenar con la solución de electrolito e inyectarle una corriente DC 29500 amperios con un voltaje de 200 voltios que varía de acuerdo con el requerimiento de la operación, esta corriente es proporcionada por un equipo rectificador de potencia; al pasar los 12 días, se procede a la cosecha de cátodos (producto final) los cuales pasan por un proceso de lavado con agua y vapor para quitarle los restos de solución de electrolito y a si ser pesados en paquetes para luego ser transportados para su exportación.

#### 4.1.2 Diagrama de proceso de planta electrolítica de una planta de refinería

Iniciaremos con la descripción de la planta electrolítica la cual inicia con la recepción de ánodos que se envía desde fundición, culminando en el producto terminado de paquete de catodos las cuales son exportadas.



**Figura 9.** Procesos Planta Electrolítica

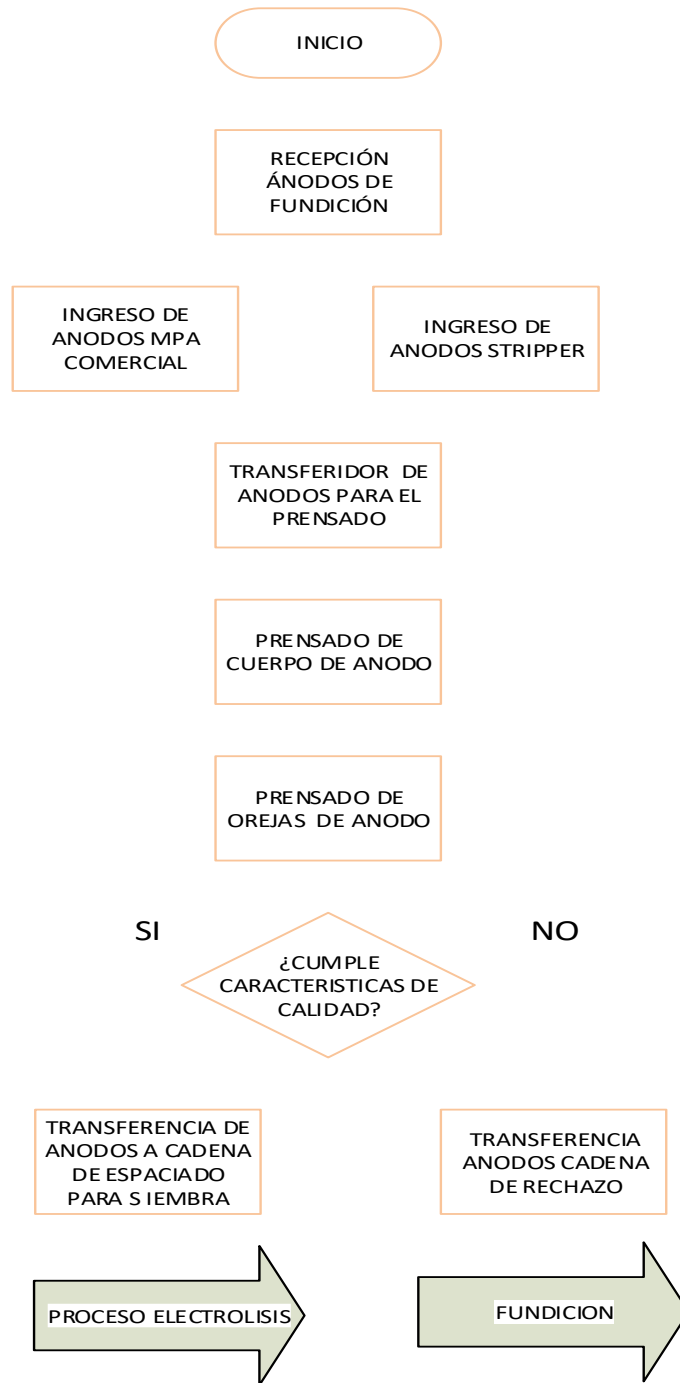


**Figura 10.** DOP Procesos Planta Electrolítica

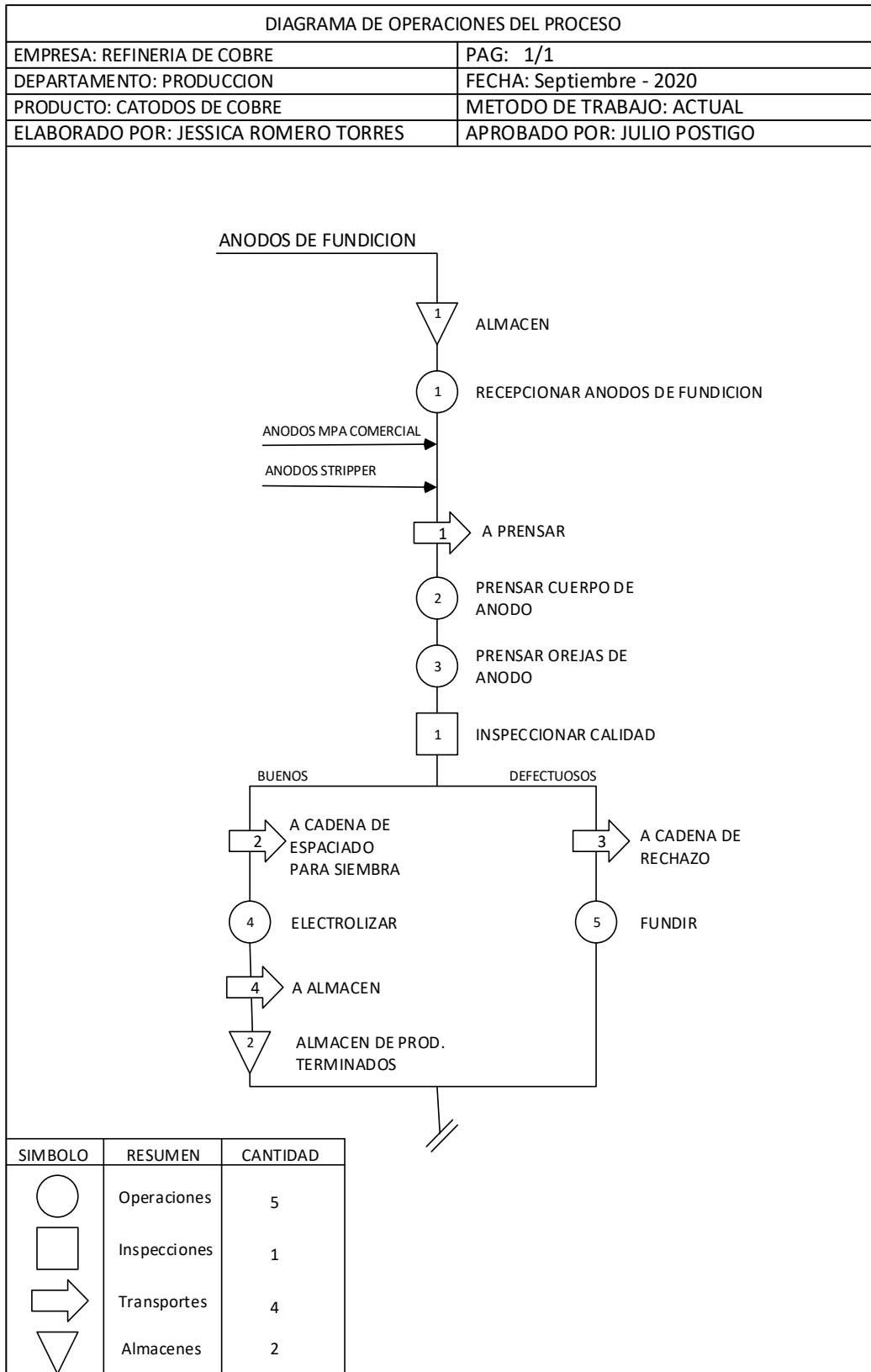
Las principales operaciones en el proceso de refinación de cobre de la planta electrolítica se consideran las siguientes máquinas que se describen a continuación:

- **Máquina prensa de ánodos:**

Los ánodos (stripper/comercial) son enviados desde fundición en plataformas, las cuales son propulsadas por una locomotora, ya en refinación se procede a la descarga de dichos ánodos para ser trasladados a la máquina de prensado de ánodos para darle una verticalidad adecuada para el proceso; los ánodos son colocados mediante montacargas a la cadena de ingreso de la máquina para ser transportados hacia el transferidor #1, para ser colocados en una viga y pasar por el primer prensado de cuerpo, luego al prensado de orejas y llegar al transferidor #2, el cual mediante un proceso de lógica de programación en el PLC decide si rechazar el ánodo por no tener la verticalidad adecuada o trasladarlo a la cadena espaciadora para el siguiente proceso de electrolisis el cual tiene una duración de 12 días.



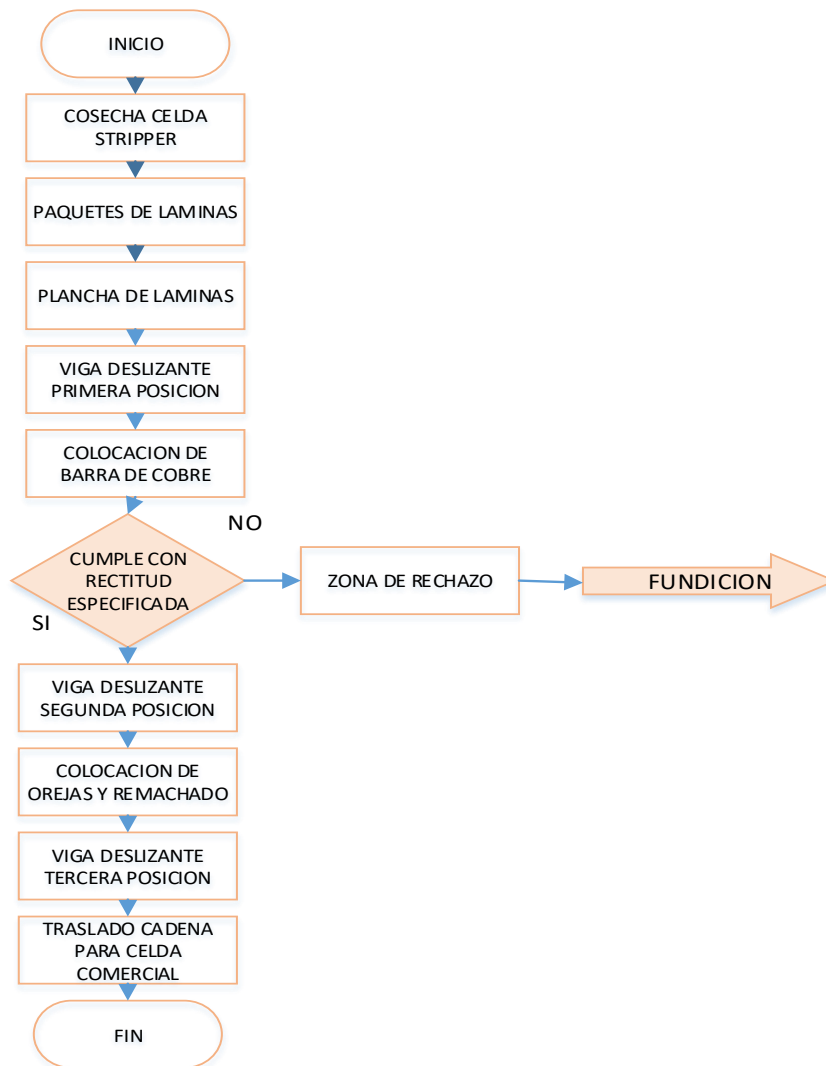
**Figura 11.** Operaciones Máquina Prensa



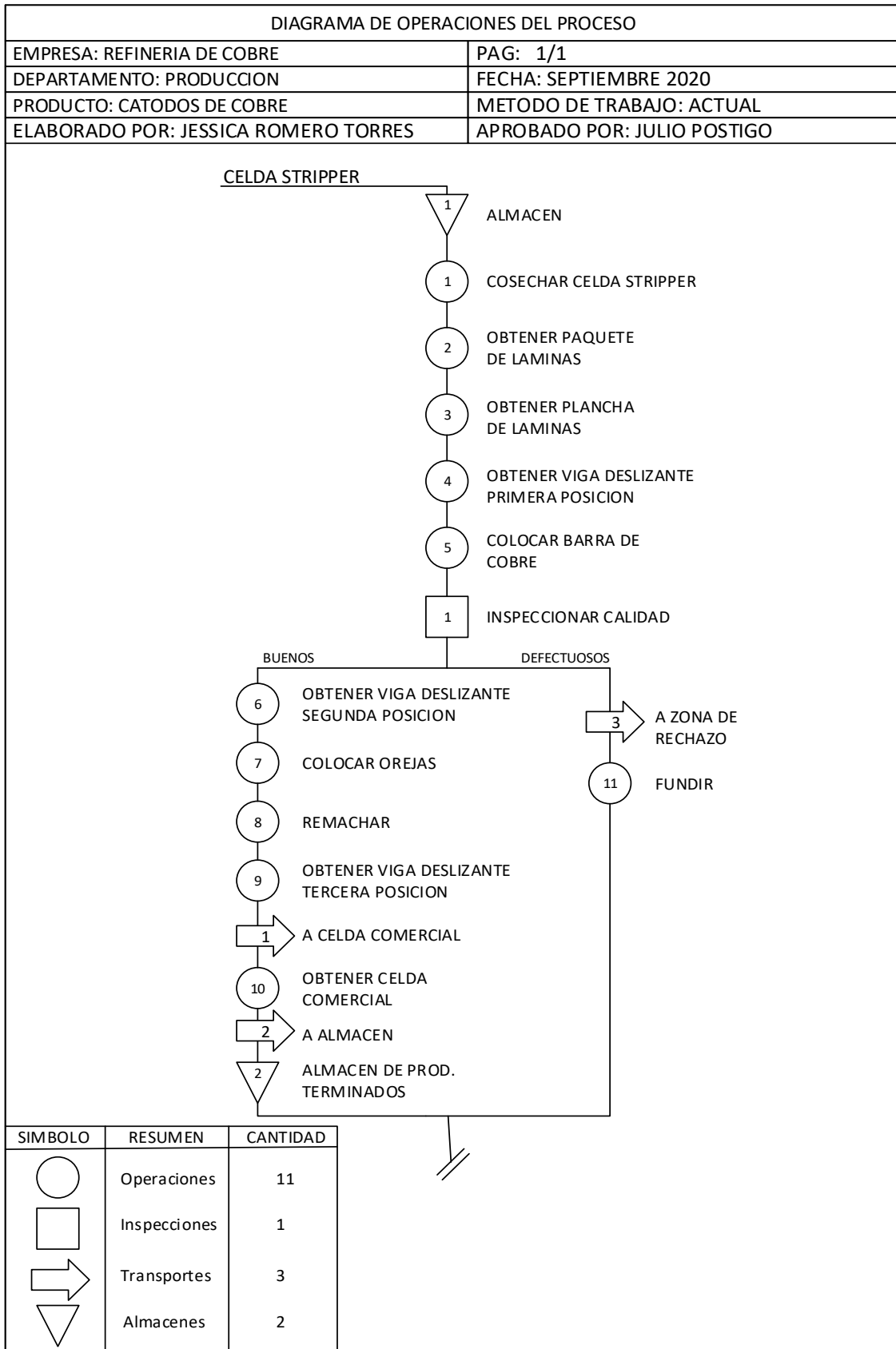
**Figura 12.** DOP Operaciones Máquina Prensa

- **Máquina preparadora de láminas de arranque:**

Las láminas que extraen de las celdas de ánodos stripper, son depositadas en paquetes de láminas, las cuales son trasladadas a la máquina preparadora de láminas, la operación empieza con la elevación de una lámina para ser colocada en la viga deslizante para pasar por 3 posiciones, la primera donde se le coloca una barra de cobre la cual es transportada por una cadena transportadora desde la máquina lavadora de cátodos, si esta barra no presenta la rectitud adecuada, pasa al área de rechazo esto lo realiza el operario de la máquina, en la segunda posición de la viga deslizante se realiza la colocación y remachado de las orejas, en la tercera posición de la lámina se trasladará a una cadena transportadora para continuar con el proceso de refinación.



**Figura 13.** Operaciones máquina láminas de arranque

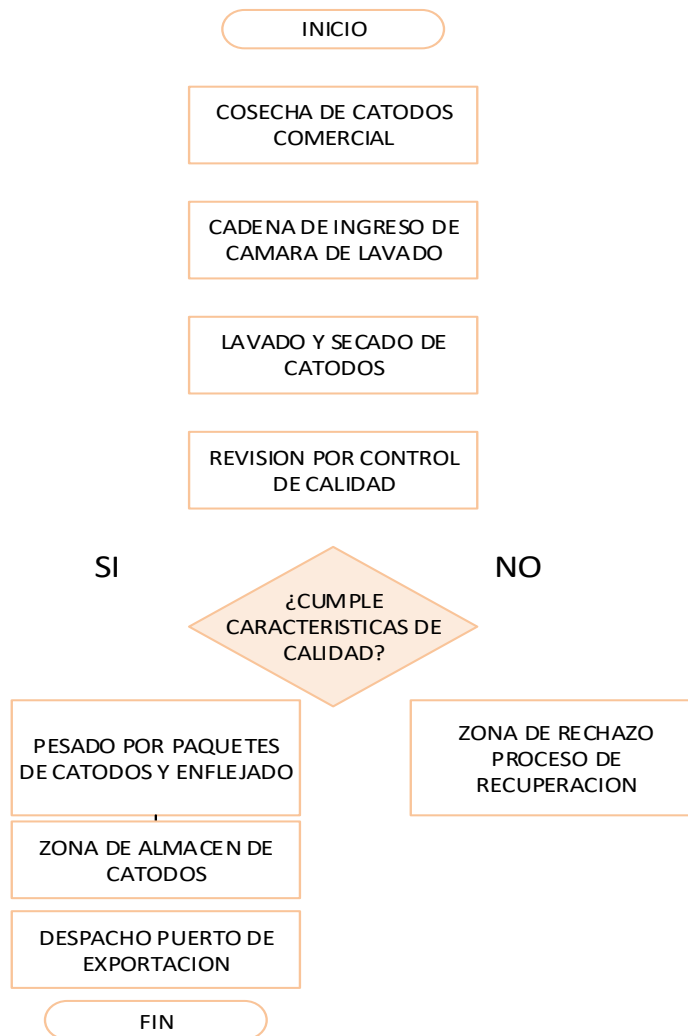


**Figura 14.** DOP Operaciones máquina láminas de arranque

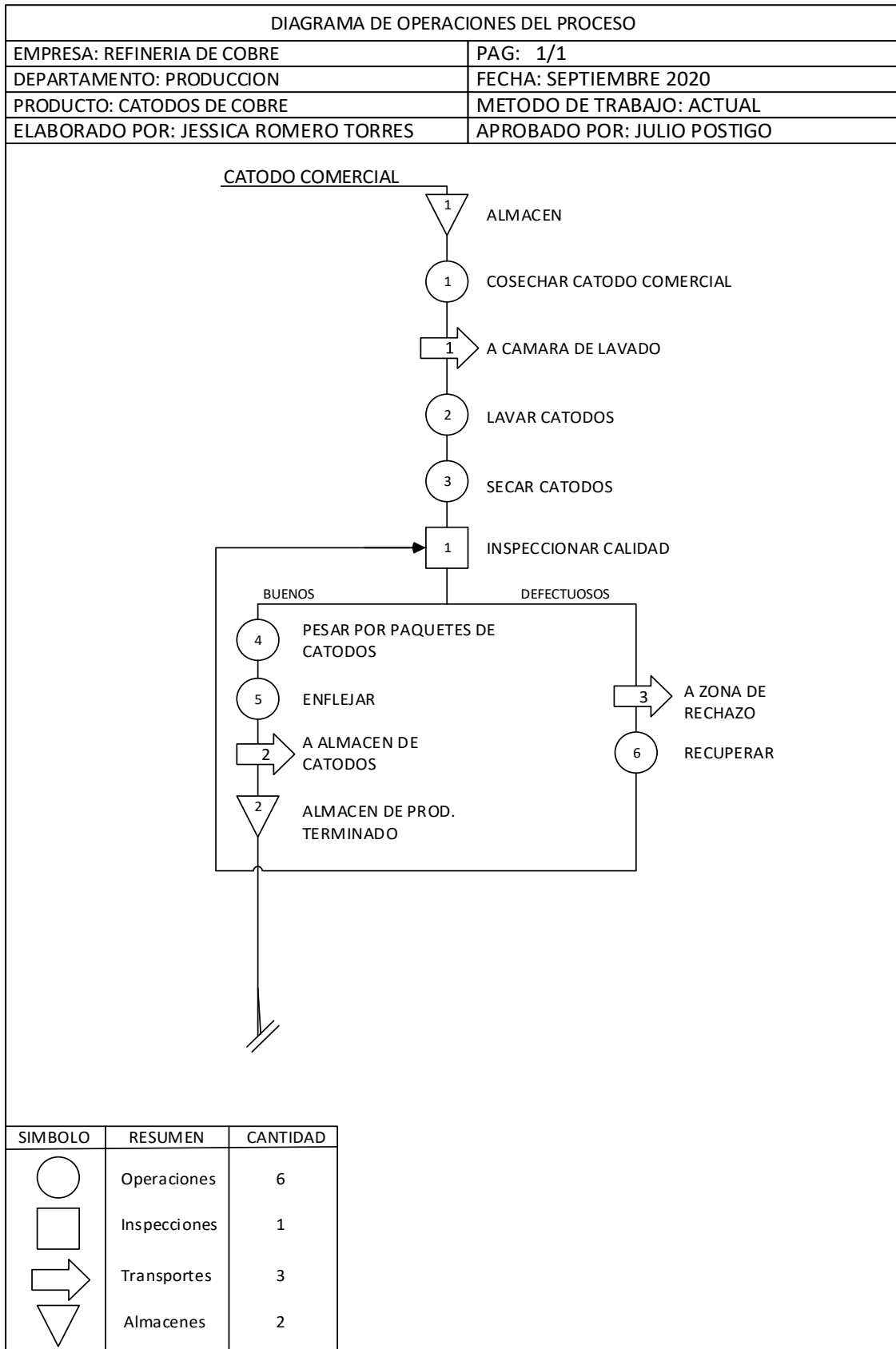


- **Máquina lavadora de cátodos:**

Después de 12 días del proceso de electrólisis, se realiza la cosecha de cátodos los cuales son trasladados por una grúa puente hacia la cadena transportadora de la máquina lavadora de cátodos, los cuales entran por paquetes a una cámara de lavado con agua caliente y secado con vapor para liberarlo de los restos de electrolito, seguidamente son separados por paquetes de 18 cátodos y se les extrae las barras de cobre (depositadas en una cadena que van hacia la máquina preparadora de láminas de arranque) y posteriormente a una balanza para el pesado de dicho paquete de cátodos, el cual se refleja y se le coloca el peso (aproximadamente de 4300 kg a 4700 kg) para almacenar en la zona de paquetes de cátodos para su transporte en las plataformas que son propulsadas por una locomotora para la exportación.



**Figura 15.** Operaciones máquina lavadora de cátodos



**Figura 16.** DOP Operaciones máquina lavadora de cátodos.

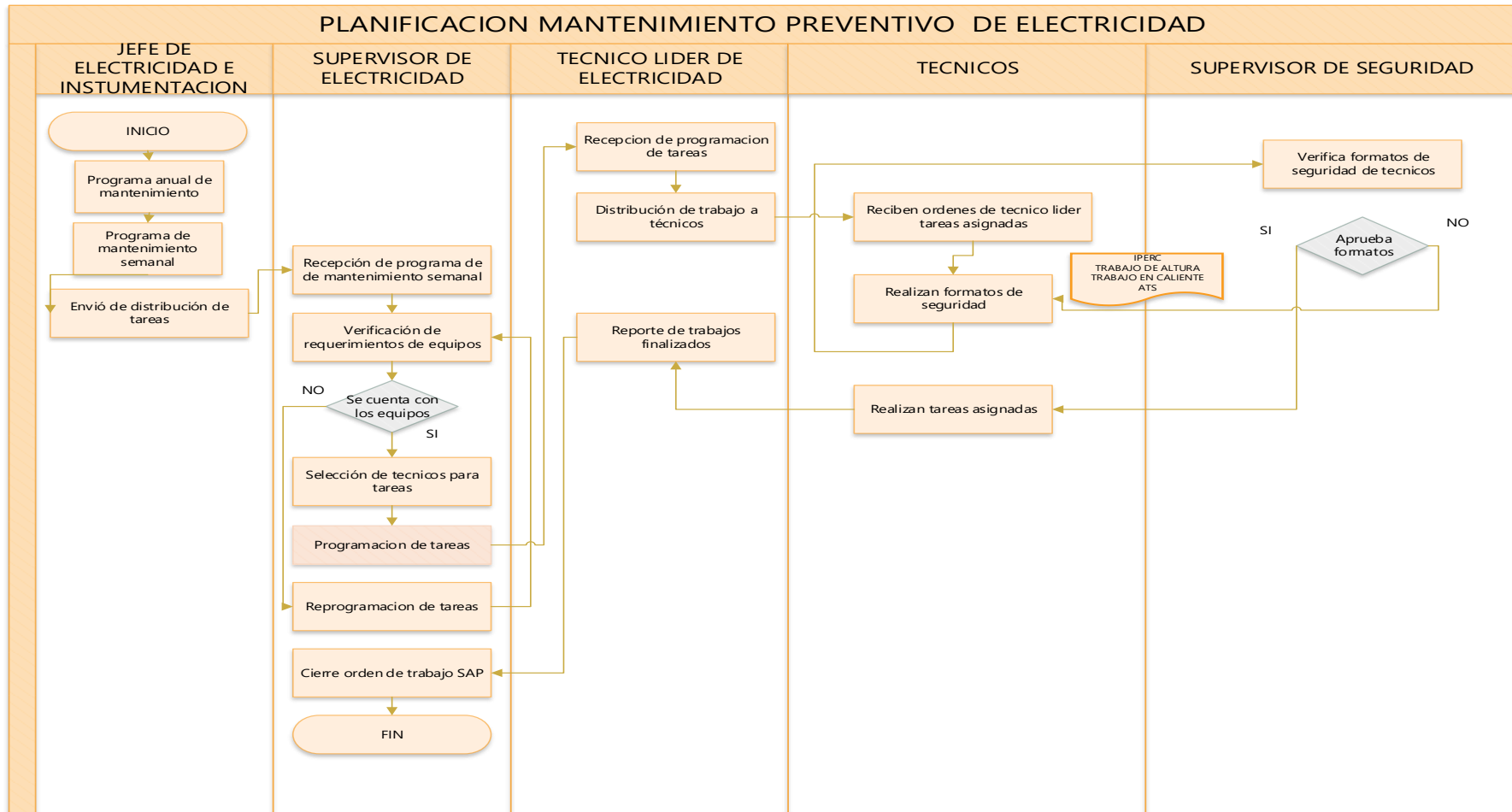
De acuerdo con lo presentado, tenemos el desarrollo de los procesos que se tiene en la planta electrolítica de la empresa de refinería y la descripción de las operaciones de los principales procesos, el presente trabajo investigativo tiene como alcance los principales procesos para la fabricación de cobre y la mejora propuesta se da dentro del departamento de mantenimiento, para lo cual presentaremos el desarrollo de cómo es que se realiza las actividades del área para poder describir de manera óptima.

#### **4.1.3 Proceso del área de mantenimiento**

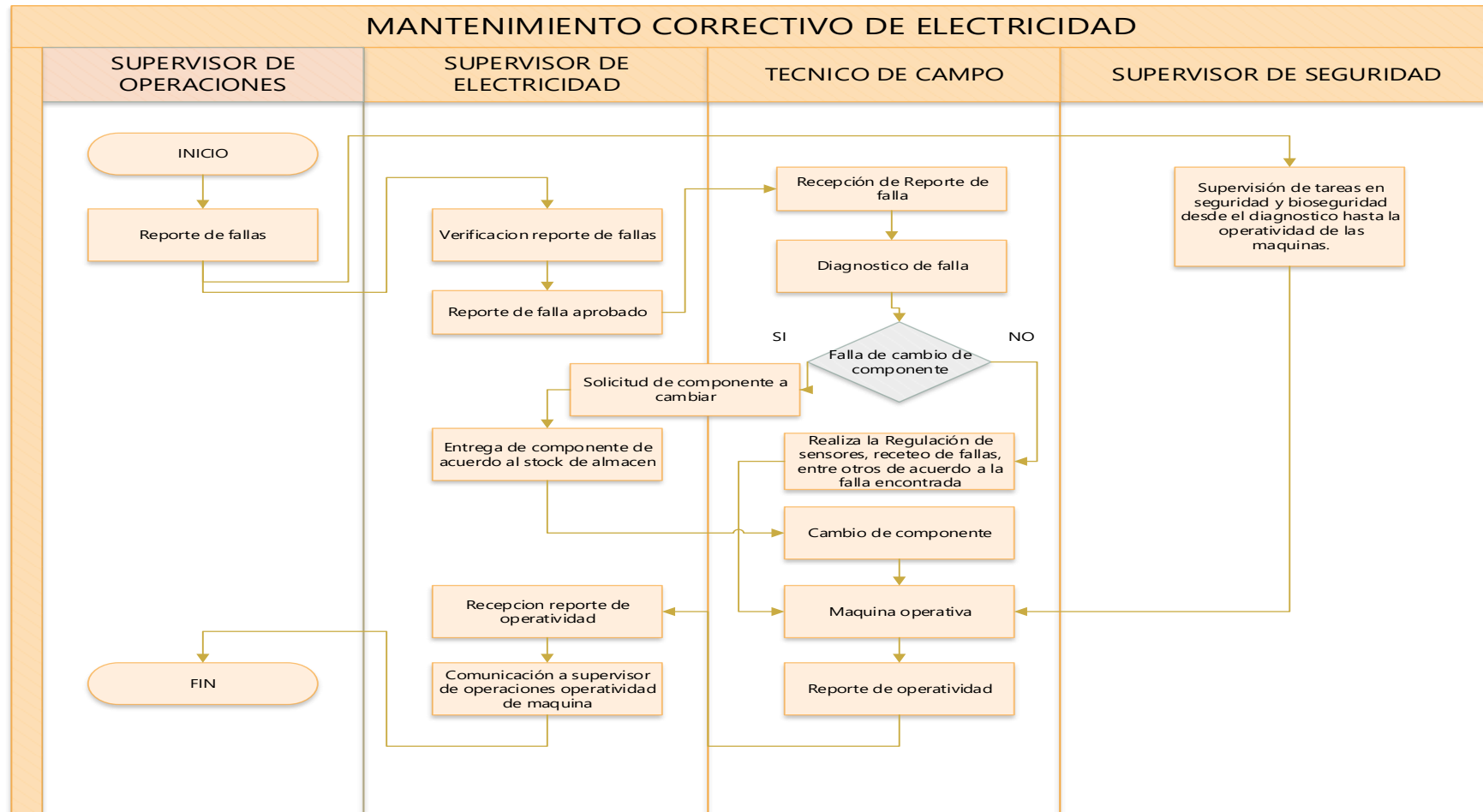
Para la descripción del proceso de mantenimiento iniciaremos con la planificación de mantenimiento eléctrico a cargo del jefe de electricidad e instrumentación, supervisor de electricidad, técnico líder de electricidad, técnicos y supervisor de seguridad.

También se tomó en cuenta el desarrollo del proceso de mantenimiento correctivo que tiene la planta, donde se considera las funciones que tiene a cargo el personal como el supervisor de operaciones, supervisor de electricidad, técnico de campo y supervisor de seguridad.

Es importante destacar la participación del supervisor de seguridad considerando la nueva normativa actual frente a seguridad y salud en el trabajo con la Ley No 29783, así como las nuevas disposiciones del gobierno por la coyuntura actual que vivimos, quien se encargara de verificar el cumplimiento de las disposiciones de la RM N<sup>o</sup>448-2020-MINSA.



**Figura 17.** Diagrama de flujo de Planificación Mantenimiento Preventivo de electricidad.



**Figura 18.** Diagrama flujo Mantenimiento correctivo de electricidad

#### **4.1.4 Identificación de principales problemas en el área de mantenimiento**

De acuerdo con la recolección de datos realizado por medio de la entrevista al jefe de electricidad e instrumentación, así como a 11 trabajadores del área de mantenimiento se presenta los principales problemas cuyos resultados se presenta mediante el diagrama Ishikawa.

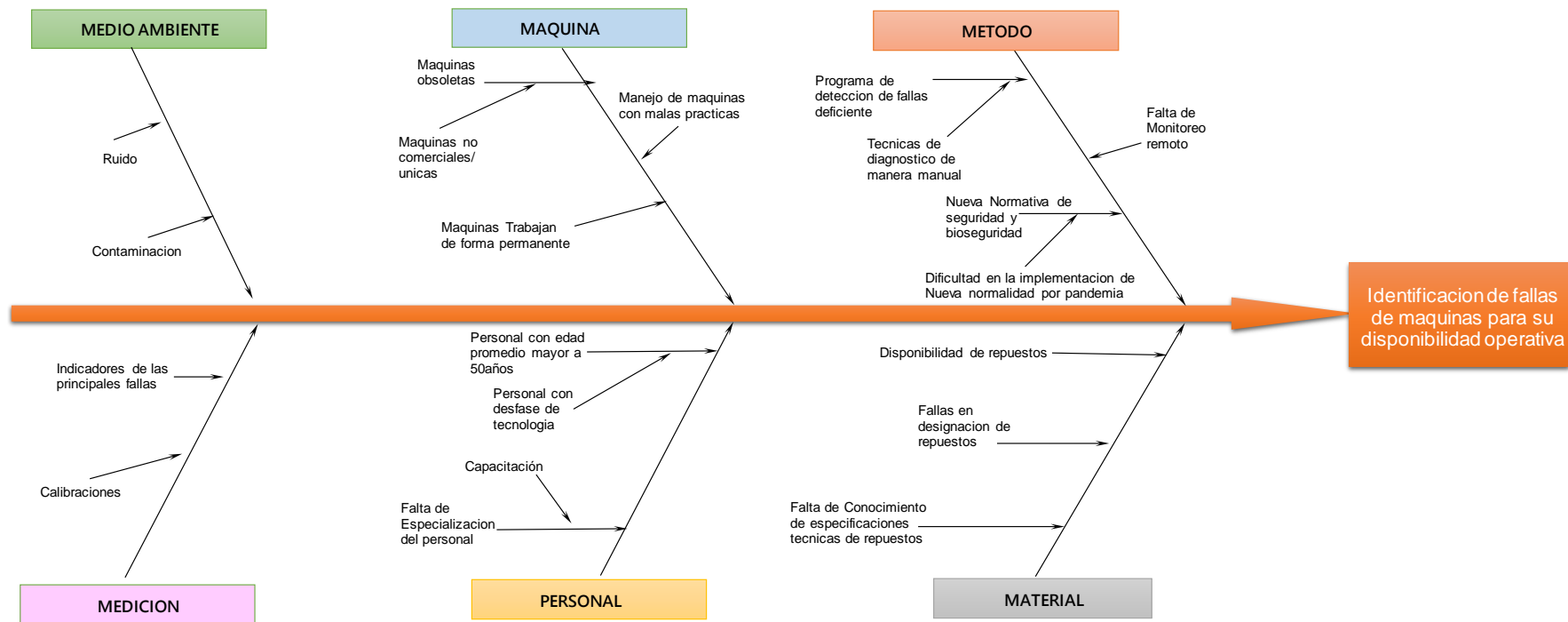


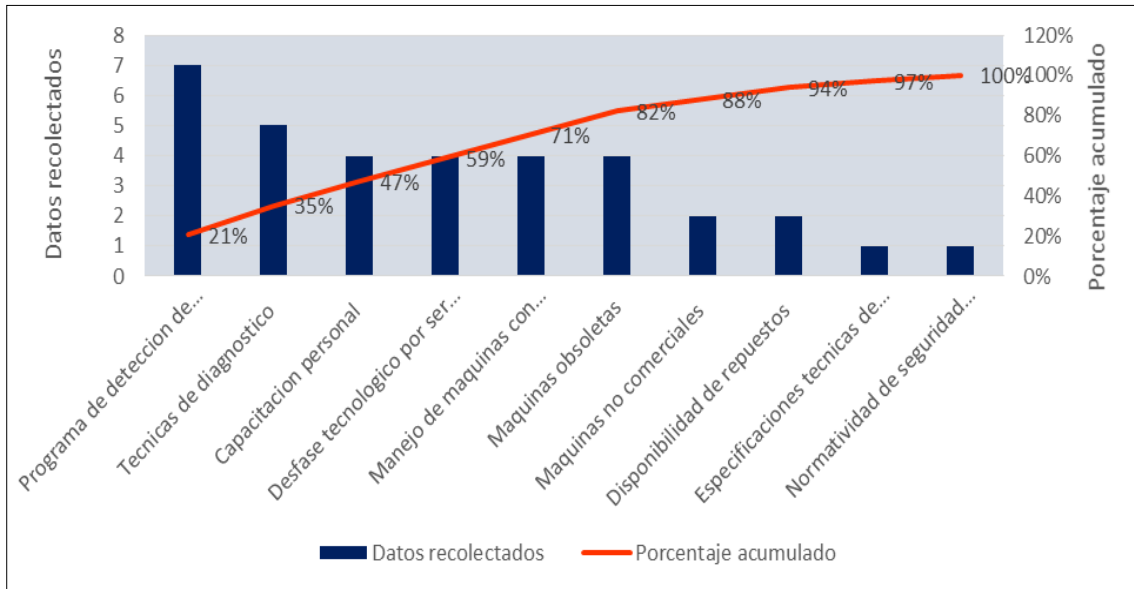
Figura 19. Diagrama Ishikawa

Como se observa se consideró cuatro causas principales enfocados en:

- **Máquina:** las principales causas que se mencionan de acuerdo con los datos recolectados tenemos que las máquinas son obsoletas, esto se da a la poca comercialización, por ello son difíciles de renovar, también se consideró la utilización de las máquinas ya que muchos operarios no tienen buenas prácticas de manipulación; el nivel de producción es alto por ello su uso es permanente.
- **Personal:** de acuerdo con la entrevista y cuestionarios las principales causas que tenemos son que el personal tiene un promedio de edad mayor a 50 años, por ello también tienen un desfase en uso de nuevas tecnologías, vemos la falta de capacitación y la poca especialización de los trabajadores.
- **Método:** en el área de mantenimiento uno de los principales problemas al momento de reportar una falla es la detección de esta, ya que no se cuenta con técnicas de diagnóstico inmediatas, dentro de los procesos a realizar y actividades del área se tiene que considerar la nueva normalidad que se tiene que aplicar considerando medidas de bioseguridad para evitar el contagio en el proceso de operaciones de los trabajadores, se encuentra una inexactitud en cuanto a mejorar el trabajo remoto que evitaría los contagios y la ausencia de trabajadores.
- **Material:** Las causas menos frecuentes son en cuanto al material, sin embargo, se consideró la disponibilidad de repuestos que podría afectar la reparación de las máquinas, así como los repuestos incorrectos por la falta de especificaciones.
- **Medición:** se tiene que considerar la calibración de las máquinas y/o elementos de medición que puedan usar en mantenimiento, se identifica que no realizan una toma de datos para el registro y toma de acción de la detección de fallas, se debería considerar indicadores que nos ayuden a detectar y plantear mejoras<sup>2</sup>
- **Medio Ambiente:** en cuanto a medio ambiente, se toma en consideración de acuerdo con las operaciones, el ruido por las máquinas y la contaminación por el proceso de la planta de refinería.
- Considerando todas las causas expuestas, analizaremos la frecuencia y porcentaje de estas para poder determinar una propuesta que mejore los



tiempos y disponibilidad de las máquinas. Para ello se ha considerado realizar el análisis mediante el diagrama Pareto.



**Figura 20.** Diagrama Pareto

De acuerdo con los resultados, uno de las principales causas para el problema de disponibilidad de máquinas, es que no existe un programa de detección de fallas seguido de técnicas de diagnóstico, también se tienen en cuenta el desfase tecnológico por parte del personal debido a la falta de capacitación, otro punto importante es que debido a la pandemia hay ausencia de personal, por ello es importante el monitoreo remoto, así como tener presente la normatividad de seguridad y bioseguridad.

#### 4.1.5 Resultados de reportes documentados:

De acuerdo con la metodología propuesta, también se realizó un análisis de los reportes del área de mantenimiento donde se toma en consideración el reporte de disponibilidad de cada una de las máquinas en el primer semestre del año 2020 y así mismo el promedio general del semestre, el cual nos servirá para determinar la viabilidad de la propuesta a presentar.

Se realizó un levantamiento de datos de acuerdo con la disponibilidad de máquinas por el primer semestre del año, que serán detallados a continuación, resaltamos que los datos para los gráficos y tablas fueron de acuerdo con el reporte del área de planeamiento.

Para poder obtener los resultados presentamos la disponibilidad de las principales máquinas, las cuales son:

- Máquina preparadora de láminas de arranque.
- Máquina lavadora descargadora de cátodos.
- Máquina prensa de ánodos.

Para poder entender las tablas tenemos la siguiente leyenda:

STBY	STANBY
TOPE	TIEMPO DE OPERACIÓN
TMPR	TIEMPO DE MANTTO PROGRAMADO
T.TOT	TIEMPO TOTAL
DF%	DISPONIBILIDAD MENSUAL

**Figura 21.** Leyenda disponibilidad de máquinas

#### A. Disponibilidad equipos de refinería mes de enero 2020

PLANTA	SISTEMA	UBICACIÓN TECNICA	TIEMPO PRODUCCION		TIEMPO MANTTO	T. TOTAL	% DISPONIBILIDAD
			STBY	TOPE	TMPR	TTOT	DF(%)
PLANTA ELECTROLITICA	Maquina Preparadora de Lam de Arranque	ILO-RE-PE-LAAR	307	220	72	599	87.98%
	Maquina Lav Descargadora de Catodos	ILO-RE-PE-COME	420	215	48	683	92.97%
	Prensa de Anodos	ILO-RE-PE-PELN	280	220	72	572	87.41%

**Figura 22.** Disponibilidad equipos refinería mes enero 2020.



**Figura 23.** Porcentaje de disponibilidad enero 2020.

De acuerdo con lo observado:

- **Máquina Preparadora de Láminas de Arranque:** en el mes de enero la máquina obtuvo un tiempo de standby de 307 horas, tiempo de operación de 220 horas, tiempo de mantenimiento (preventivo, correctivo) programado de 72 horas con lo cual generó un total de 599 horas totales del equipo y una disponibilidad de 87.98%.
- **Máquina Lavadora descargadora de Cátodos:** en el mes de enero la máquina obtuvo un tiempo de standby de 420 horas, tiempo de operación de 215 horas, tiempo de mantenimiento (preventivo, correctivo) programado de 48 horas con lo cual generó un total de 683 horas totales del equipo y una disponibilidad de 92.97%.
- **Máquina Prensa de Ánodos:** en el mes de enero la máquina obtuvo un tiempo de standby de 280 horas, tiempo de operación de 220 horas, tiempo de mantenimiento (preventivo, correctivo) programado de 72 horas con lo cual generó un total de 572 horas totales del equipo y una disponibilidad de 87.41%.

## B. Disponibilidad equipos de refinería mes de febrero 2020

PLANTA	SISTEMA	UBICACIÓN TECNICA	TIEMPO PRODUCCION		TIEMPO MANTTO	TIEMPO TOTAL	% DISPONIBILIDAD
			STBY	TOPE	TMPR	TTOT	DF(%)
PLANTA ELECTROLITICA	Maquina Preparadora de Lam de Arranque	ILO-RE-PE-LAAR	311	361	74	746	90.08%
	Maquina Lav Descargadora de Catodos	ILO-RE-PE-COME	409	238	48	695	93.09%
	Prensa de Anodos	ILO-RE-PE-PELN	438	234	78	750	89.60%

Figura 24. Disponibilidad equipos refinería mes de febrero 2020.



Figura 25. Porcentaje de disponibilidad febrero 2020.

De acuerdo con lo observado:

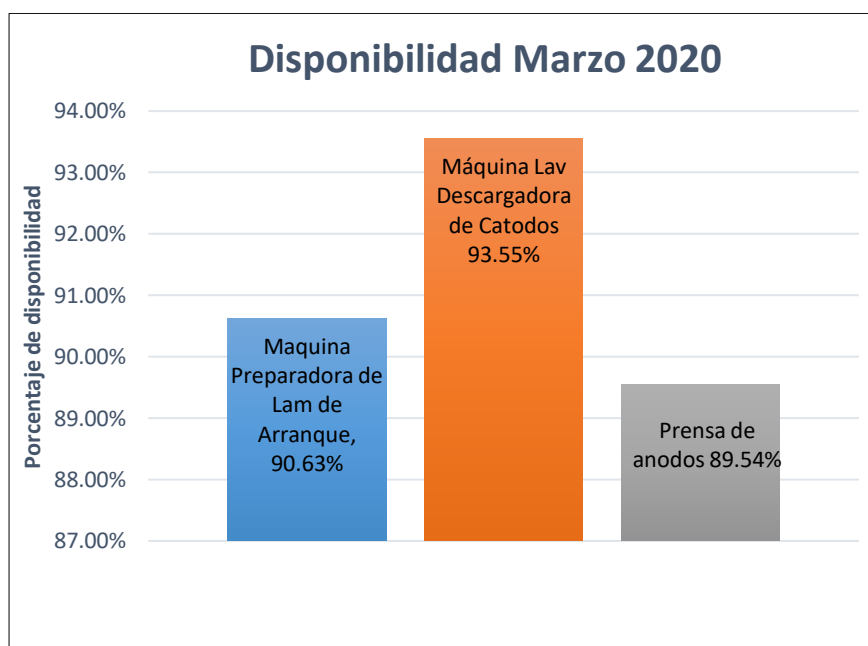
- Máquina Preparadora de Láminas de Arranque:** en el mes de febrero la máquina obtuvo un tiempo de standby de 311 horas, tiempo de operación de 361 horas, tiempo de mantenimiento (preventivo, correctivo) programado de 74 horas con lo cual generó un total de 746 horas totales del equipo y una disponibilidad de 90.08%.
- Máquina Lavadora descargadora de Cátodos:** en el mes de febrero la máquina obtuvo un tiempo de standby de 409 horas, tiempo de operación de 238 horas, tiempo de mantenimiento (preventivo, correctivo) programado de 48 horas con lo cual generó un total de 695 horas totales del equipo y una disponibilidad de 93.09%.

- **Máquina Prensa de Ánodos:** en el mes de febrero la máquina obtuvo un tiempo de standby de 438 horas, tiempo de operación de 234 horas, tiempo de mantenimiento (preventivo, correctivo) programado de 78 horas con lo cual generó un total de 750 horas totales del equipo y una disponibilidad de 89.60%.

### C. Disponibilidad equipos de refinería mes de marzo 2020

PLANTA	SISTEMA	UBICACIÓN TECNICA	TIEMPO PRODUCCION		TIEMPO MANTTO	TIEMPO TOTAL	% DISPONIBILIDAD
			STBY	TOPE	TMPR	TTOT	DF(%)
PLANTA ELECTROLITICA	Maquina Preparadora de Lam de Arranque	ILO-RE-PE-LAAR	319	377	72	768	90.63%
	Maquina Lav Descargadora de Catodos	ILO-RE-PE-COME	457	239	48	744	93.55%
	Prensa de Anodos	ILO-RE-PE-PELN	453	232	80	765	89.54%

**Figura 26.** Disponibilidad equipos refinería mes de marzo 2020.



**Figura 27.** Porcentaje de disponibilidad marzo 2020.

De acuerdo con lo observado:

- **Máquina Preparadora de Láminas de Arranque:** en el mes de marzo la máquina obtuvo un tiempo de standby de 319 horas, tiempo de operación de 377 horas, tiempo de mantenimiento (preventivo, correctivo) programado

de 72 horas con lo cual generó un total de 768 horas totales del equipo y una disponibilidad de 90.63%.

- **Máquina Lavadora descargadora de Cátodos:** en el mes de marzo la máquina obtuvo un tiempo de standby de 457 horas, tiempo de operación de 239 horas, tiempo de mantenimiento (preventivo, correctivo) programado de 48 horas con lo cual generó un total de 744 horas totales del equipo y una disponibilidad de 93.55%.
- **Máquina Prensa de Ánodos:** en el mes de marzo la máquina obtuvo un tiempo de standby de 453 horas, tiempo de operación de 232 horas, tiempo de mantenimiento (preventivo, correctivo) programado de 80 horas con lo cual generó un total de 765 horas totales del equipo y una disponibilidad de 89.54%.

#### D. Disponibilidad equipos de refinería mes de abril 2020

PLANTA	SISTEMA	UBICACIÓN TECNICA	TIEMPO PRODUCCION		TIEMPO MANTTO	TIEMPO TOTAL	% DISPONIBILIDAD
			STBY	TOPE	TMPR	TTOT	DF(%)
PLANTA ELECTROLITICA	Maquina Preparadora de Lam de Arranque	ILO-RE-PE-LAAR	268	404	74	746	90.08%
	Maquina Lav Descargadora de Catodos	ILO-RE-PE-COMB	431	240	42	713	94.11%
	Prensa de Anodos	ILO-RE-PE-PELN	461	235	72	768	90.63%

**Figura 28.** Disponibilidad equipos refinería mes de abril 2020.



**Figura 29.** Porcentaje de disponibilidad abril 2020

De acuerdo con lo observado:

- **Máquina Preparadora de Láminas de Arranque:** en el mes de abril la máquina obtuvo un tiempo de standby de 268 horas, tiempo de operación de 404 horas, tiempo de mantenimiento (preventivo, correctivo) programado de 74 horas con lo cual generó un total de 746 horas totales del equipo y una disponibilidad de 90.08%.
- **Máquina Lavadora descargadora de Cátodos:** en el mes de abril la máquina obtuvo un tiempo de standby de 431 horas, tiempo de operación de 240 horas, tiempo de mantenimiento (preventivo, correctivo) programado de 42 horas con lo cual generó un total de 713 horas totales del equipo y una disponibilidad de 94.11%.
- **Máquina Prensa de Ánodos:** en el mes de abril la máquina obtuvo un tiempo de standby de 461 horas, tiempo de operación de 235 horas, tiempo de mantenimiento (preventivo, correctivo) programado de 72 horas con lo cual generó un total de 768 horas totales del equipo y una disponibilidad de 90.63%.

### E. Disponibilidad equipos de refinería mes de mayo 2020

PLANTA	SISTEMA	UBICACIÓN TECNICA	TIEMPO PRODUCCION		TIEMPO MANTTO	TIEMPO TOTAL	% DISPONIBILIDAD
			STBY	TOPE	TMPR	TTOT	DF(%)
PLANTA ELECTROLITICA	Maquina Preparadora de Lam de Arranque	ILO-RE-PE-LAAR	103	137	504	744	32.26%
	Maquina Lav Descargadora de Catodos	ILO-RE-PE-COME	447	248	48	743	93.54%
	Prensa de Anodos	ILO-RE-PE-PELN	495	225	72	792	90.91%

Figura 30. Disponibilidad equipos refinería mes de mayo 2020

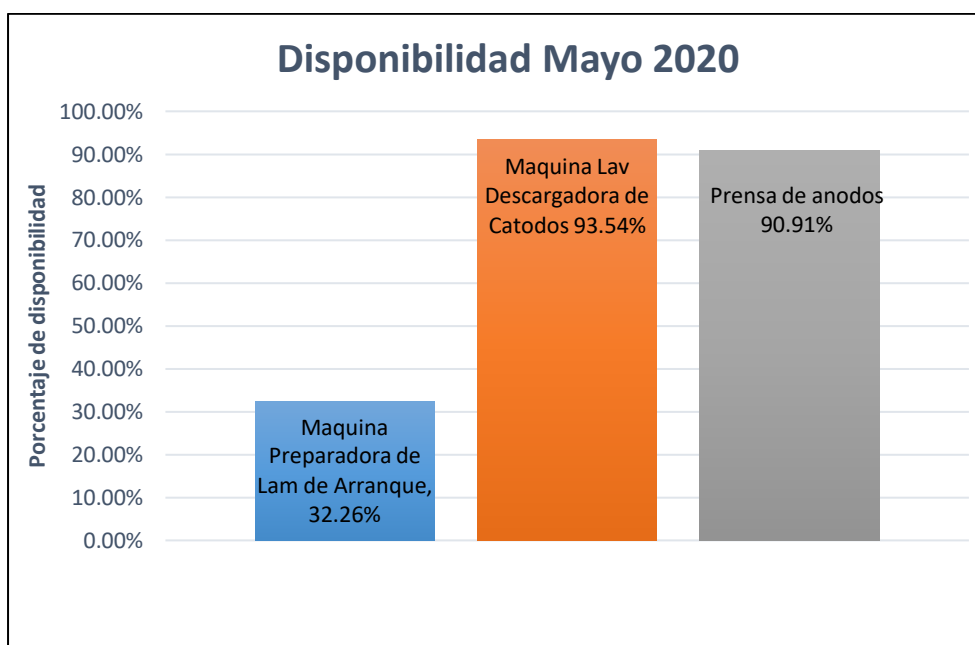


Figura 31. Porcentaje de disponibilidad mayo 2020.

De acuerdo con lo observado:

- **Máquina Preparadora de Láminas de Arranque:** en el mes de mayo la máquina obtuvo un tiempo de standby de 103 horas, tiempo de operación de 137 horas, tiempo de mantenimiento (preventivo, correctivo) programado de 504 horas con lo cual generó un total de 744 horas totales del equipo y una disponibilidad de 32.26%.
- **Máquina Lavadora descargadora de Cátodos:** en el mes de mayo la máquina obtuvo un tiempo de standby de 447 horas, tiempo de operación de 248 horas, tiempo de mantenimiento (preventivo, correctivo) programado



de 48 horas con lo cual generó un total de 743 horas totales del equipo y una disponibilidad de 93.54%.

- **Máquina Prensa de Ánodos:** en el mes de mayo la máquina obtuvo un tiempo de standby de 495 horas, tiempo de operación de 225 horas, tiempo de mantenimiento (preventivo, correctivo) programado de 72 horas con lo cual generó un total de 792 horas totales del equipo y una disponibilidad de 90.91%.
- Debemos precisar que, de acuerdo con la baja disponibilidad de la máquina, en este mes se realizó un reconocimiento de causas, siendo una de las principales el contagio que se generó por el COVID19, por lo cual los trabajadores estuvieron en aislamiento, recuperación, afectando las actividades de mantenimiento por falta de mano de obra y por ende se dio la parada de producción y el bajo porcentaje de disponibilidad de las máquinas. Esto se debe a que muchos de los trabajadores se aglomeraban para la identificación de las fallas de las máquinas y no se veía una implementación eficaz del plan de vigilancia, prevención y control COVID19.

#### F. Disponibilidad equipos de refinería mes de junio 2020

PLANTA	SISTEMA	UBICACIÓN TECNICA	TIEMPO PRODUCCION		TIEMPO MANTTO	TIEMPO TOTAL	% DISPONIBILIDAD
			STBY	TOPE	TMPR	TTOT	DF(%)
PLANTA ELECTROLITICA	Maquina Preparadora de Lam de Arranque	ILO-RE-PE-LAAR	290	280	78	720	79.17%
	Maquina Lav Descargadora de Catodos	ILO-RE-PE-COME	437	222	24	719	91.66%
	Prensa de Anodos	ILO-RE-PE-PELN	410	228	80	720	88.61%

**Figura 32.** Disponibilidad equipos refinería mes de junio 2020



**Figura 33.** Porcentaje de disponibilidad junio 2020.

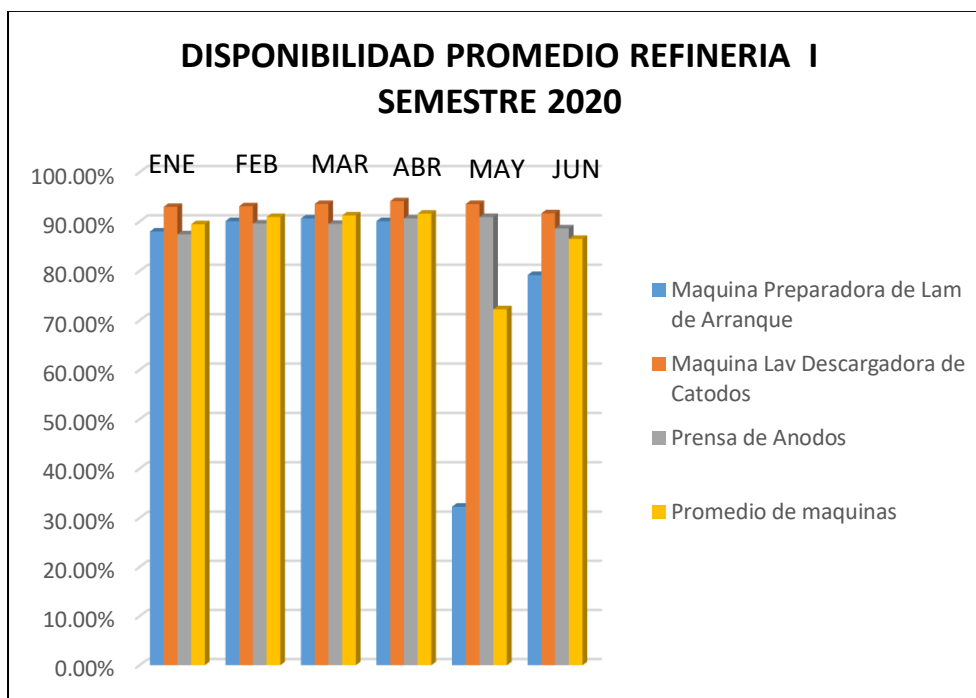
De acuerdo con lo observado:

- **Máquina Preparadora de Láminas de Arranque:** en el mes de junio la máquina obtuvo un tiempo de standby de 290 horas, tiempo de operación de 280 horas, tiempo de mantenimiento (preventivo, correctivo) programado de 78 horas con lo cual generó un total de 720 horas totales del equipo y una disponibilidad de 79.17%.
- **Máquina Lavadora descargadora de Cátodos:** en el mes de junio la máquina obtuvo un tiempo de standby de 437 horas, tiempo de operación de 222 horas, tiempo de mantenimiento (preventivo, correctivo) programado de 24 horas con lo cual generó un total de 719 horas totales del equipo y una disponibilidad de 91.66%.
- **Máquina Prensa de Ánodos:** en el mes de junio la máquina obtuvo un tiempo de standby de 410 horas, tiempo de operación de 228 horas, tiempo de mantenimiento (preventivo, correctivo) programado de 80 horas con lo cual generó un total de 720 horas totales del equipo y una disponibilidad de 88.61%.
- De acuerdo con los datos presentados de reportes de disponibilidad, tenemos como resumen la disponibilidad del primer semestre del año 2020.

**G. Resumen de disponibilidad promedio de refinería primer Semestre 2020**

PLANTA	SISTEMA	% DISPONIBILIDAD POR MESES						% DISPONIBILIDAD
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	% TOTAL SEMESTRE I
PLANTA ELECTROLITICA	Maquina Preparadora de Lam de Arranque	87.98%	90.08%	90.63%	90.08%	32.26%	79.17%	78.37%
	Maquina Lav Descargadora de Catodos	92.97%	93.09%	93.55%	94.11%	93.54%	91.66%	93.15%
	Prensa de Anodos	87.41%	89.60%	89.54%	90.63%	90.91%	88.61%	89.45%
	Promedio de maquinas	89.45%	90.92%	91.24%	91.61%	72.24%	86.48%	86.99%

**Figura 34.** Disponibilidad promedio de refinería primer semestre 2020.



**Figura 35.** Disponibilidad refinería I Semestre 2020

Se observa la disponibilidad promedio de los equipos de refinería de planta electrolítica del I semestre del 2020, donde se describe la disponibilidad de cada una de las 3 máquinas principales del proceso, así mismo se describe la ubicación técnica de la máquina en planta a continuación detallaremos la disponibilidad promedio de cada una de las máquinas.

- **Máquina Preparadora de Láminas de Arranque:** tuvo un promedio de disponibilidad de 87.98%, 90.08%, 90.63%, 90.08%, 32.26%, 79.17% obteniendo un promedio semestral de 78.37% de disponibilidad.
- **Máquina Lavadora descargadora de Cátodos:** tuvo un promedio de disponibilidad de 92.97%, 93.09%, 93.55%, 94.11%, 93.54%, 91.66% obteniendo un promedio semestral de 93.15% de disponibilidad.
- **Máquina Prensa de Ánodos:** tuvo un promedio de disponibilidad de 87.41%, 89.60%, 89.54%, 90.63%, 90.91%, 88.61% obteniendo un promedio semestral de 89.45% de disponibilidad.

#### **4.1.6 Principales características de las máquinas de planta de refinería:**

Evaluando la disponibilidad de las principales máquinas usadas en una planta de refinería, se identifica sus principales características, de acuerdo con ello se identificó las principales fallas detectadas que afecto su disponibilidad:

- **Máquina prensa de ánodos:**

**Tabla 5.**

*Características y principales fallas prensa de ánodos*

<b>MÁQUINA PRENSA DE ANODOS</b>	
<b>PROMEDIO DE DISPONIBILIDAD I SEMESTRE 2020:</b>	89.45%
<b>PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliza sensores digitales.</li> <li>• Utiliza motores eléctricos jaula de ardilla.</li> <li>• Utiliza servomotores.</li> <li>• Utiliza un PLC.</li> <li>• Falla por problemas de operación.</li> <li>• Utiliza comunicación industrial Ethernet</li> <li>• Módulos de comunicación Flex I/O.</li> <li>• Prensa 4 ánodos por minuto.</li> </ul>
<b>PRINCIPALES FALLAS REPORTADAS I SEMESTRE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulación de sensores.</li> <li>• Cambio de sensores.</li> <li>• Problemas en el servomotor.</li> <li>• Reseteo de relé de protección de motores eléctricos.</li> <li>• Cambio de motores eléctricos.</li> <li>• Falla en componentes eléctricos (drives de servomotores).</li> </ul>

- **Máquina preparadora de láminas:**

**Tabla 6.**

*Características y fallas máquina preparadora de láminas*

<b>MÁQUINA PREPARADORA DE LÁMINAS</b>	
<b>PROMEDIO DE DISPONIBILIDAD I SEMESTRE 2020:</b>	78.37 %.
<b>PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliza sensores digitales.</li> <li>• Utiliza motores eléctricos jaula de ardilla.</li> <li>• Utiliza servomotores.</li> <li>• Utiliza un PLC.</li> <li>• Utiliza comunicación industrial Ethernet</li> <li>• Utiliza comunicación industrial Devicenet.</li> <li>• Módulos de comunicación Flex I/O.</li> <li>• Prepara 8 láminas por minuto.</li> </ul>
<b>PRINCIPALES FALLAS REPORTADAS I SEMESTRE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulación de sensores.</li> <li>• Cambio de sensores.</li> <li>• Problemas en el servomotor.</li> <li>• Reseteo de relé de protección de motores eléctricos.</li> <li>• Falla por problemas de operación.</li> <li>• Cambio de motores eléctricos.</li> <li>• Falla en componentes eléctricos (drives de servomotores).</li> </ul>

- Máquina lavadora:

**Tabla 7.**

*Características y fallas máquina lavadora.*

<b>MÁQUINA LAVADORA</b>	
<b>PROMEDIO DE DISPONIBILIDAD I SEMESTRE 2020:</b>	93.15 %.
<b>PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliza sensores digitales.</li> <li>• Utiliza motores eléctricos jaula de ardilla.</li> <li>• Utiliza servomotores.</li> <li>• Utiliza electroválvulas de temperatura.</li> <li>• Utiliza un PLC.</li> <li>• Utiliza comunicación industrial Ethernet</li> <li>• Utiliza comunicación industrial Devicenet.</li> <li>• Módulos de comunicación Flex I/O.</li> </ul>
<b>PRINCIPALES FALLAS REPORTADAS I SEMESTRE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulación de sensores.</li> <li>• Cambio de sensores.</li> <li>• Problemas en el servomotor.</li> <li>• Reseteo de relé de protección de motores eléctricos.</li> <li>• Falla por problemas de operación.</li> <li>• Cambio de motores eléctricos.</li> <li>• Falla en componentes eléctricos (drives de servomotores).</li> </ul>

#### **4.1.7 Análisis de las medidas de Bioseguridad aplicadas por la planta de refinería:**

Por la pandemia ocasionada por el Virus Sars Cov 2 - Covid19, la refinería al igual que otras empresas en el mundo, no consideraron e identificaron este riesgo dentro

del sistema de seguridad y salud en el trabajo, durante los meses de marzo a junio la empresa tomó las principales medidas de bioseguridad, considerando que las resoluciones de la aprobación del plan de vigilancia, prevención y control de Covid no fueron inmediatas, esto ocasionó contagios, la cifra de contagios es confidencial.

Las medidas que se tomaron para el primer semestre del 2020 son:

- Uso obligatorio de respiradores 3M
- Desinfección de manos con alcohol
- Distanciamiento de un metro
- No se consideró una redistribución considerando que el tamaño de las máquinas y su distancia entre máquina y operadores de producción son considerables.

Hasta junio del 2020 no se tomó en consideración:

- Reducción de aforo en áreas comunes
- Pruebas rápidas o moleculares
- Declaración de la ficha de sintomatología
- Evaluación de un médico o enfermera
- Vigilancia medica
- Mayo se inició con la toma de temperatura

#### **4.2 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN DE RIESGOS Y SUS CONTROLES (IPERC):**

La identificación de peligros presentada a continuación, es referida al área de mantenimiento, en el cual se observa la evaluación realizada y principales controles que la empresa consideró para su reducción y prevención. De los peligros identificados y de acuerdo con la probabilidad y severidad en cuanto a “Exposición y contacto al virus SARS-COV-2”, vemos que tiene una probabilidad de A que es Común y una Severidad 3 lo cual nos da un nivel de riesgo ALTO como consecuencia podría ocasionar la paralización de trabajo.











## LEYENDA PROBABILIDAD

PROBABILIDAD		PROBABILIDAD DE FRECUENCIA	FRECUENCIA DE EXPOSICIÓN
<b>COMÚN (MUY PROBABLE)</b>	<b>A</b>	Sucede con demasiada frecuencia.	Muchas (6 o más) personas expuestas, varias veces al día
<b>HA SUCEDIDO (PROBABLE)</b>	<b>B</b>	Sucede con frecuencia.	Moderado (3 a 5) personas expuestas, varias veces al día
<b>PODRÍA SUCEDER (POSIBLE)</b>	<b>C</b>	El evento sucede ocasionalmente.	Pocas (1 a 2) personas expuestas, varias veces al día. Muchas personas expuestas ocasionalmente.
<b>RARO QUE SUCEDA (POCO PROBABLE)</b>	<b>D</b>	Rara vez ocurre. No es muy probable que ocurra.	Moderado (3 a 5) personas expuestas ocasionalmente.
<b>PRÁCTICAMENTE IMPOSIBLE QUE SUCEDA (IMPROBABLE)</b>	<b>E</b>	Muy rara vez ocurre. Imposible que ocurra.	Pocas (1 a 2) personas expuestas ocasionalmente

## SEVERIDAD

CRITERIOS PARA DEFINIR LA SEVERIDAD / PÉRDIDA			
SEVERIDAD		LESION PERSONAL	DAÑO AL PROCESO
<b>CATASTRÓFICO</b>	<b>1</b>	Varias fatalidades. Varias personas con lesiones permanentes.	Paralización del proceso de mas de 1 mes o paralización definitiva.
<b>MORTALIDAD (PÉRDIDA MAYOR)</b>	<b>2</b>	Una mortalidad. Estado vegetal.	Paralización del proceso de mas de 1 semana y menos de 1 mes.
<b>PÉRDIDA PERMANENTE</b>	<b>3</b>	Lesiones que incapacitan a la persona para su actividad normal de por vida. Enfermedades ocupacionales.	Paralización del proceso de mas de 1 día hasta 1 semana.
<b>PÉRDIDA TEMPORAL</b>	<b>4</b>	Lesiones que incapacitan a la persona temporalmente. Lesiones por posición ergonómica.	Paralización de 1 día.
<b>PÉRDIDA MENOR</b>	<b>5</b>	Lesion que no incapacita a la persona. Lesiones leves.	Paralización menor de 1 día.

## NIVEL DE RIESGO

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE RIESGOS						
SEVERIDAD		PROBABILIDAD				
		A	B	C	D	E
		Común	Ha sucedido	Podría suceder	Raro que suceda	Prácticamente imposible que suceda
<b>Catastrófico</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>11</b>
<b>Fatalidad</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>16</b>
<b>Permanente</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>20</b>
<b>Temporal</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	<b>23</b>
<b>Menor</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>25</b>

#### **4.3 CONSIDERACIONES FINALES, DISCUSIÓN:**

Según lo presentado, en el método de Ishikawa y Pareto, se identifica los principales problemas, resaltando el tiempo de demora en identificar la detección de fallas como consecuencia se tiene mayor tiempo dedicado para realizar el diagnóstico inicial en mantenimiento correctivo de la máquina, por lo cual la máquina reduce su disponibilidad retrasando la producción.

En la detección de falla se necesita dos personas a más, dependiendo de la complejidad ello generaría aglomeración de trabajadores, dada la coyuntura actual y siendo una nueva normalidad sin las medidas de bioseguridad, esta aglomeración podría generar contagios, como consecuencia ausencia de personal, otra causa identificada es la falta de especialización de los técnicos, por lo cual, si uno se llegara a enfermar y permanecer en aislamiento, genera la pérdida de mano de obra calificada.

#### **4.4 CONSIDERACIONES:**

De acuerdo con lo expuesto se propone una mejora para un sistema remoto de control, monitoreo y supervisión las cuales ayudarán a la detección de fallas de las máquinas, teniendo en cuenta que la empresa ya cuenta con la licencia del paquete de software Wonderware Intouch pero no se está utilizando adecuadamente. A lo cual se sumaría la programación de SCADA, la cual ayudaría a detectar las fallas de sensores eléctricos de las máquinas de manera automatizada con lo que se evitará la aglomeración de trabajadores, esto previene el contagio, su uso es de forma remota contando con la información en tiempo real y desde cualquier computadora de la empresa conectada a la red industrial.

#### **4.5 PROPUESTA DE MEJORA**

De acuerdo con el diagnóstico realizado a la planta de refinería, se identificó los principales problemas en el área de mantenimiento así como sus procedimientos en mantenimiento preventivo y correctivo, como resultado tenemos el problema en el tiempo de detección de fallas de las máquinas, lo cual genera aglomeración lo que podría desencadenar contagios al personal, así como mayor tiempo de parada de la máquina dificultando la producción del cobre; tomando en consideración estos puntos se propone un sistema remoto de control, monitoreo y supervisión el cual ayudará a la rápida detección de fallas en las máquinas, las cuales podrán ser asistidas con el personal necesario evitando la aglomeración y previniendo el contagio de Covid 19, así

como agilizando el mantenimiento de las máquinas mejorando su disponibilidad y producción.

#### **4.5.1 Equipamiento necesario:**

Para la presente propuesta, es necesario tener en consideración la instalación y equipamiento necesario para su desarrollo las cuales presentamos a continuación:

**Softwares y sistemas de control:** Los softwares y sistemas que se requiere para la propuesta de mejora de sistema remoto de control, monitoreo y supervisión son:

- INTOUCH: programa para desarrollar control supervisor de un proceso, el cual incorpora recursos de operación PRE configurados como: botones, visualizadores numéricos, pilotos, gráficos, tendencias, alarmas, entre otros
- PLC: Controlador Lógico Programable, resulta siendo un elemento básico, siendo su función principal controlar los sistemas y procesos.
- HMI: HMI, facilita que un operador monitoree de forma segura y efectiva una planta de procesamiento.
- SCADA: sistemas SCADA, optimizan la eficacia y resultado del monitoreo y del control administrando información oportuna y así tomar decisiones acertadas.
- Equipamiento.
- Para la propuesta es necesario un equipo de cómputo.
- Máquinas controladas por un PLC con conectividad a una red Ethernet

#### **4.5.2 Metodología:**

Contando con el equipamiento necesario descrito previamente, desarrollaremos la metodología de la propuesta de mejora; cabe precisar que la planta de refinería cuenta con dichos elementos, lo cual hará posible el desarrollo del sistema remoto de control, monitoreo y supervisión de los principales equipos de producción de una planta de refinería como medida preventiva frente al Covid 19.

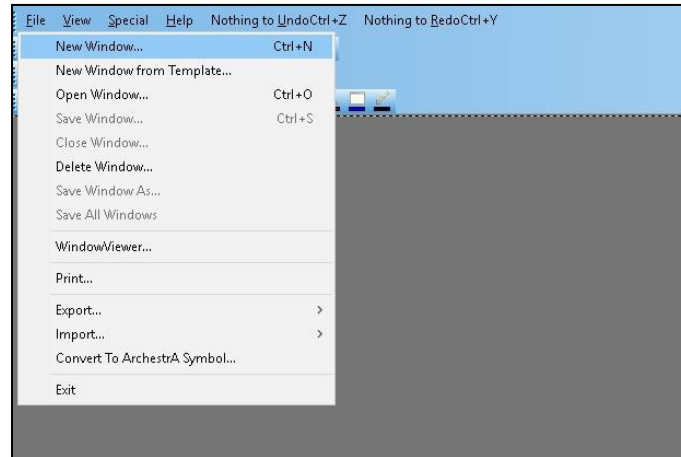
Para poder explicar la propuesta se basará en un procedimiento para la máquina de prensa de ánodos la cual se detalla a continuación:

##### **A. Máquina prensa de ánodos:**

La máquina de prensa de ánodos cuenta con el PLC, la cual está conectada a red Ethernet y con el Software Wonderware Intouch,

Se detallará a continuación el procedimiento a desarrollar

- **Primero:** Se inicia el software Wonderware Intouch de acuerdo con la imagen nos aparece esta ventana, se crea un file dando click a nueva ventana (nuevo proyecto), para así posteriormente poder graficar la representación de las partes de la máquina prensa de ánodos.



**Figura 36.** Inicio Software Wonderware.

- **Segundo:** Se grafica la estructura de la máquina de prensa de ánodos, detallando sus características en una vista general superior de toda la máquina.



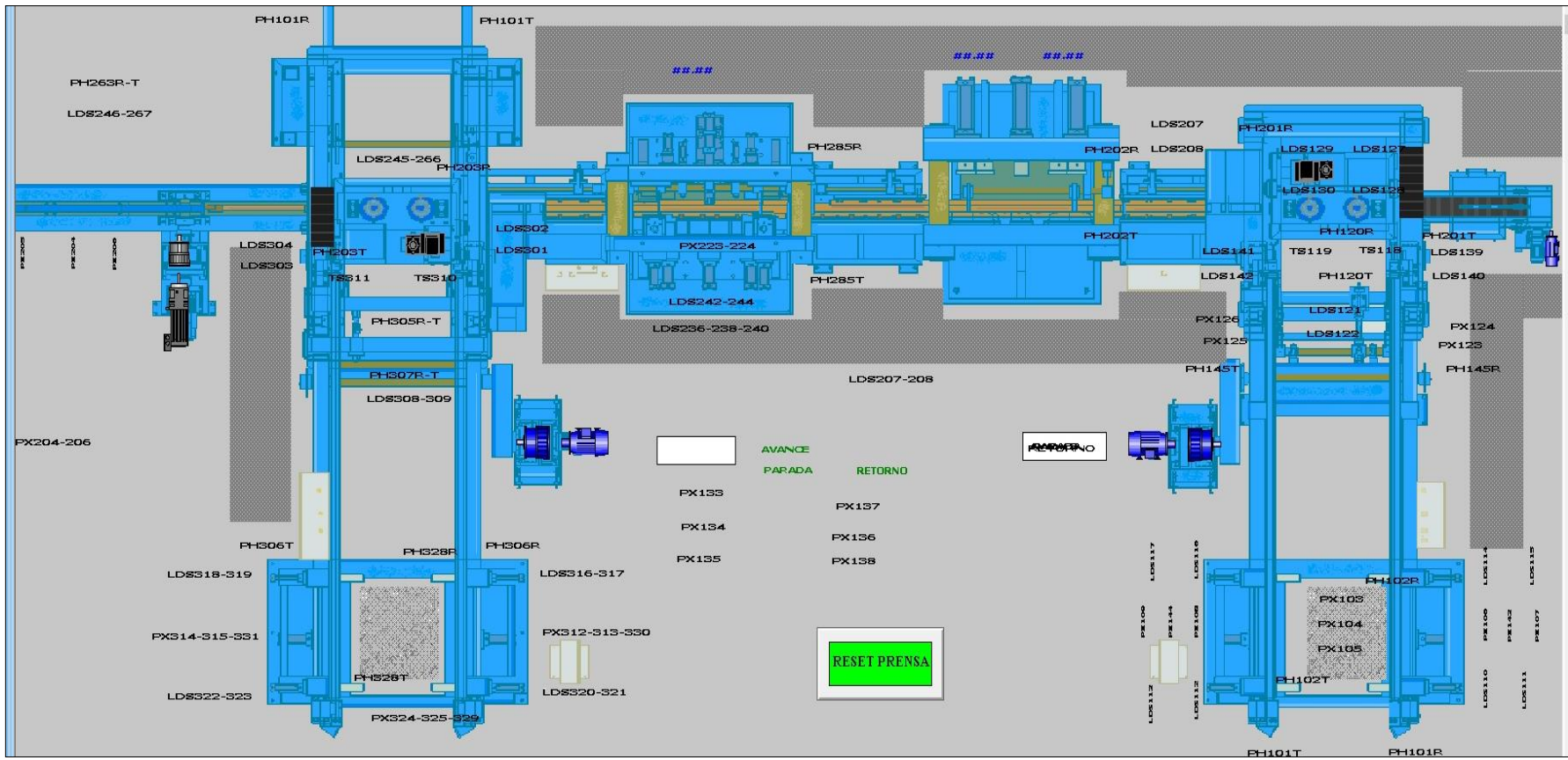


Figura 37. Estructura máquina prensa de ánodos, Software Wonderware.

- **Tercero:** Se representa los distintos sensores de la máquina en recuadros los cuales identificarán los distintos movimientos de la máquina, los recuadros cambiarán de color, lo cual nos indicará que los sensores detecten el movimiento de la secuencia de la máquina, con ello se logrará deducir si todos los sensores se encuentran en buen estado o si tienen daños (malogrados, rotos, desalineados, etc.).



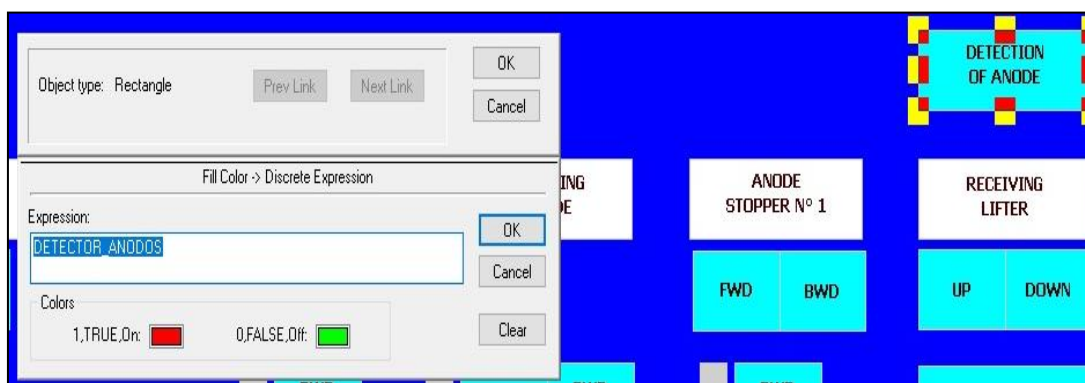
**Figura 38.** Sensores máquina prensa de ánodos, Software Wonderware.

- **Cuarto:** Se configura los recuadros que representan los sensores, para ello se selecciona el recuadro, aparecerá una sub ventana donde nos da las distintas opciones de programación, opción a configurar discreta lo cual nos indicará si está activado o desactivado, la opción analógica nos dará valores, en este caso se seleccionará la opción discreta.



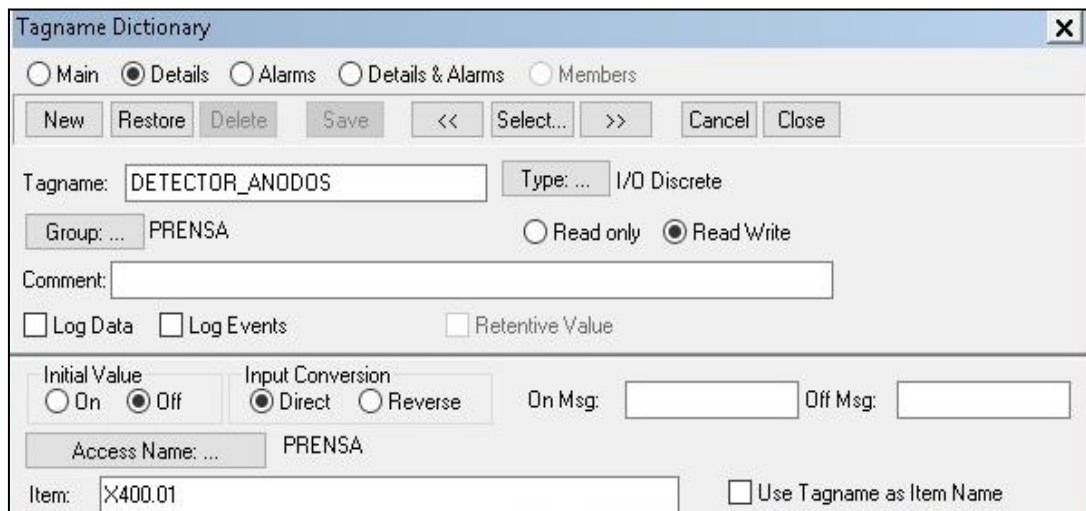
**Figura 39.** Configuración de sensores máquina prensa de ánodos, Software Wonderware.

- **Quinto:** Se pone el nombre al sensor seleccionando la opción de tag name y se elige el color que se desea el cual nos indicará si el sensor está activado.



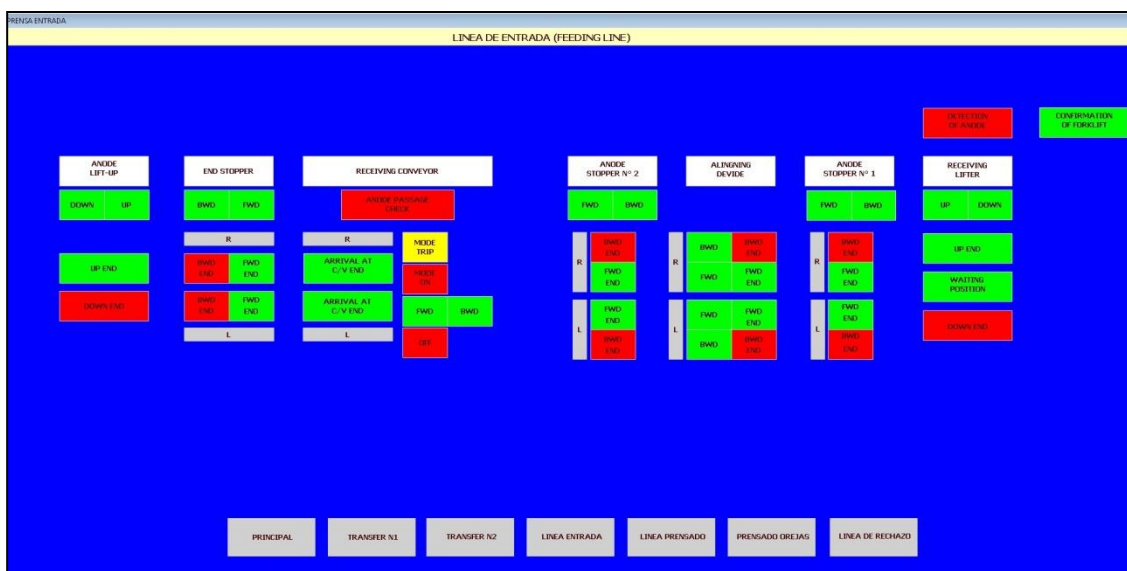
**Figura 40.** Configuración de sensor máquina prensa de ánodos, Software Wonderware.

- **Sexto:** Luego de designar el nombre con la opción de tag Name, enlazamos la comunicación que cuenta la máquina mediante el PLC y el software Wonderware Intouch mediante el IP (protocolo de comunicación Ethernet), en este caso en las pestañas groups y en Access Name se le designa PRENSA ya que es la máquina a entrelazar, seguidamente en Ítem se le coloca X400.01 este vendría a ser el tag Name del PLC con el cual está designado dicho sensor, en este caso el sensor de detección de ánodos. Esta configuración se realiza para los distintos sensores de la máquina.



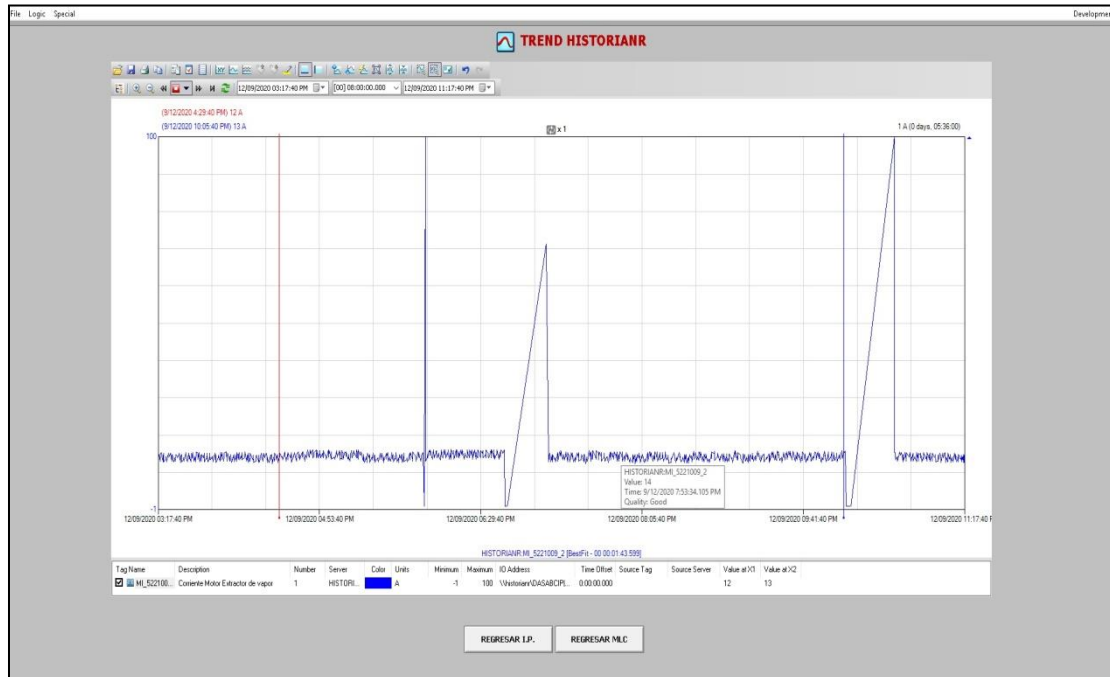
**Figura 41.** Configuración de sensor máquina prensa de ánodos, Software Wonderware.

- Séptimo:** Finalizando la configuración de los sensores, se tiene como resultado en la etapa de la línea de entrada la visualización de los sensores en modo RUN (trabajando), los recuadros en color rojo nos indican visualmente que el sensor trabaja correctamente sin ningún tipo de problema, el color verde nos indica que el sensor está en espera a que ocurra un cambio.



**Figura 42.** Visualización de la máquina prensa de ánodos trabajando, Software Wonderware.

- Finalizando, tenemos el registro de datos históricos del estado de los motores de la máquina lavadora de cátodos



**Figura 43.** Registro datos históricos de máquina, Software Wonderware.

### 4.5.3 Recurso Humano:

Para la presente propuesta los responsables a realizar la implementación serían:

#### A. Jefe de electricidad e instrumentación

- Liderar al equipo de mantenimiento.
- Generar compromiso en los técnicos para llevar a cabo la propuesta
- Evaluar y aprobar la propuesta.
- Verificar el inventario y presupuesto de la implementación, así como su aprobación.

#### B. Supervisor de electricidad

- Implementar la propuesta de mejora de acuerdo con la metodología explicada.
- Gestionar materiales, instrumentos para el desarrollo de implementación.
- Capacitar a los técnicos en cuanto al manejo del sistema.

#### C. Técnicos

- Asistir a las capacitaciones de acuerdo con el cronograma.
- Compromiso con el desarrollo de la implementación de la propuesta.

#### **4.5.4 Capacitación**

La capacitación para la implementación de la propuesta se dará en etapas

- **Diagnóstico:** Reconocimiento de situación actual donde se reconocerá los principales problemas de fallas eléctricas.
- **Propuesta:** Verificar las alternativas que se cuenta para la mejora del sistema de supervisión y control remoto. Explicación de la aplicación del sistema de control remoto con SCADA, reconocimiento, práctica.
- **Aplicación:** Los técnicos harán la aplicación por un periodo de tiempo.
- **Verificación:** De acuerdo con la prueba realizada por un tiempo se verá las observaciones para mejorar la propuesta o levantar errores y fallas encontradas.

#### **4.5.5 Probabilidad de Resultados de la propuesta**

Para considerar la viabilidad de la propuesta, se realizó un proyectado analizando los datos de disponibilidad promedio de las principales máquinas, en caso se vaya a implementar el sistema remoto de control, monitoreo y supervisión de los principales equipos de producción en el proyectado se tomó en consideración el análisis de datos de disponibilidad, así como entrevistas verbales con especialistas del área de mantenimiento.

Los datos presentados son supuestos basados de una planta de refinería como medida preventiva frente al Covid 19.

Para monetizar las toneladas de cobre totales a dólares americanos se utilizó el precio del cobre del día (20-10-2020) en la bolsa de valores.

##### **A. Disponibilidad Máquinas I Semestre 2020**

Primero se presentará la disponibilidad real de disponibilidad de máquinas del primer semestre del 2020

PLANTA	SISTEMA	% DISPONIBILIDAD POR MESES						% DISPONIBILIDAD
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	% TOTAL SEMESTRE I
PLANTA ELECTROLITICA	Maquina Preparadora de Lam de Arranque	87.98%	90.08%	90.63%	90.08%	32.26%	79.17%	78.37%
	Maquina Lav Descargadora de Catodos	92.97%	93.09%	93.55%	94.11%	93.54%	91.66%	93.15%
	Prensa de Anodos	87.41%	89.60%	89.54%	90.63%	90.91%	88.61%	89.45%

**Figura 44.** Disponibilidad máquinas I Semestre 2020

Se observa la disponibilidad promedio total de refinería del I semestre 2020 de cada máquina y se procede a calcular un promedio general por mes de las 3 máquinas (máquina preparadora de láminas, máquina descargadora de cátodos y máquina prensa de ánodos), obteniendo que en los meses de enero a junio del 2020 se alcanzó una disponibilidad de 89.45%, 90.92%, 91.24%, 91.61%, 72.24%, 86.48% respectivamente y logrando obtener una disponibilidad promedio semestral de 86.99%.

#### B. Análisis I Semestre 2020

- Datos generales disponibilidad I Semestre

**Tabla 9.**

*Datos generales disponibilidad I Semestre*

MES	DÍAS
ENERO	31
FEBRERO	29
MARZO	31
ABRIL	30
MAYO	31
JUNIO	30
COSECHA POR TURNO 1 BLOCK TN (TONELADAS)	322
DISPONIBILIDAD TEÓRICA	100%
DISPONIBILIDAD PROMEDIO ACTUAL	86.99%
PÉRDIDA DE DISPONIBILIDAD	13.01%
DISPONIBILIDAD FUTURA ( % DE LA DISP. PÉRDIDA)	30%

De la tabla de datos generales, se observa los datos tomados en cuenta para realizar los cálculos de productividad, donde se considera el número de días calendario de enero a junio, la producción por turno (cosecha) que es de 322 toneladas de cobre, disponibilidad teórica, disponibilidad promedio actual, pérdida de disponibilidad y la disponibilidad futura en un supuesto que se llegue a implementar la propuesta de mejora para un sistema remoto de control, monitoreo y supervisión de los principales equipos de producción de una planta de refinería como medida preventiva frente al Covid 19.

- **Producción teórica I Semestre 2020**

**Tabla 10.**

*Producción Teórica I Semestre 2020*

Máquinas principales (mpa-mlc-mpla)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total
TURNO A	9982	9338	9982	9660	9982	9660	58604
TURNO B	9982	9338	9982	9660	9982	9660	77924
TURNO C	9982	9338	9982	9660	9982	9660	77924
<b>TOTAL</b>	<b>29946</b>	<b>28014</b>	<b>29946</b>	<b>28980</b>	<b>29946</b>	<b>28980</b>	<b>214452</b>

Se observa la producción teórica del I semestre 2020, donde se está considerando 322 toneladas por turno (tener presente que por día hay 3 turnos A, B y C) en el mes de enero a junio se obtienen 29946, 28014, 29946, 28980, 29946, 28980 toneladas de cobre refinado sumando un total de 214452 toneladas de cobre totales teóricas del I semestre 2020.

- **Producción real I Semestre 2020**

**Tabla 11.**

*Producción real I semestre*

Máquinas principales (mpa-mlc-mpla)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total
TURNO A	8928.899	8490.1096	9107.5768	8849.526	7210.9968	8353.968	50941.0762
TURNO B	8928.899	8490.1096	9107.5768	8849.526	7210.9968	8353.968	50941.0762
TURNO C	8928.899	8490.1096	9107.5768	8849.526	7210.9968	8353.968	50941.0762
<b>TOTAL</b>	<b>26786.697</b>	<b>25470.3288</b>	<b>27322.7304</b>	<b>26548.578</b>	<b>21632.9904</b>	<b>25061.904</b>	<b>152823.229</b>



Se observa la producción real del I semestre 2020, donde se está considerando 322 toneladas por turno (tener presente que por día hay 3 turnos A, B y C) en el mes de enero a junio se obtienen 26786.697, 25470.3288, 27322.7304, 26548.578, 21632.9904, 25061.904 toneladas de cobre refinado sumando un total de 152823.229 toneladas de cobre totales reales del I semestre 2020.

### C. Proyección con propuesta de mejora

De acuerdo con los datos analizados, procedemos a realizar un proyectado, este se realizó por análisis de datos, así como entrevistas a especialistas del área de mantenimiento.

- **Disponibilidad actual, pérdida futura I Semestre 2020**

**Tabla 12.**

*Disponibilidad actual, pérdida futura I Semestre 2020.*

Mes	Días	Disponibilidad actual	Disponibilidad perdida	Disponibilidad Futura
ENERO	31	89.45%	10.55%	92.62%
FEBRERO	29	90.92%	9.08%	93.64%
MARZO	31	91.24%	8.76%	93.87%
ABRIL	30	91.61%	8.39%	94.13%
MAYO	31	72.24%	27.76%	80.57%
JUNIO	30	86.48%	13.52%	90.54%

Se observa la disponibilidad del I semestre 2020, donde tenemos la disponibilidad actual de enero a junio de 89.45%, 90.92%, 91.24%, 91.61%, 72.24% y 86.48%.

Disponibilidad perdida (el excedente del 100% de la disponibilidad actual) actual de enero a junio de 10.55%, 9.08%, 8.76%, 8.39%, 27.76% y 13.52%.

Logrando una disponibilidad futura de enero a junio de 92.62%, 93.64%, 93.87%, 94.13%, 80.57% y 90.54% este resultado se daría por la implementación de la propuesta ya que se aumentaría en 30% de disponibilidad perdida obteniendo los resultados mencionados.

- **Producción Futura I Semestre 2021**

**Tabla 13.***Producción Futura I Semestre 2021*

Máquinas principales (mpa-mlc-mpla)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total
TURNO A	9244.8293	8744.47672	9369.90376	9092.6682	8042.29776	8745.7776	53239.9533
TURNO B	9244.8293	8744.47672	9369.90376	9092.6682	8042.29776	8745.7776	53239.9533
TURNO C	9244.8293	8744.47672	9369.90376	9092.6682	8042.29776	8745.7776	53239.9533
<b>TOTAL</b>	<b>27734.4879</b>	<b>26233.4302</b>	<b>28109.7113</b>	<b>27278.0046</b>	<b>24126.8933</b>	<b>26237.3328</b>	<b>159719.86</b>

Se observa la producción futura del I semestre 2021, donde se está considerando 322 toneladas por turno (tener presente que por día hay 3 turnos A, B y C) en el mes de enero a junio se obtendrían 27734.4879, 26233.4302, 28109.7113, 27278.0046, 24126.8933, 26237.3328 toneladas de cobre refinado, sumando un total de 159719.86 toneladas de cobre totales futuras del I semestre 2021.

- **Diferencias de producción real y futuro**

**Tabla 14.***Diferencias producción (Teórico, Real y Futuro).*

Máquinas principales (mpa-mlc-mpla)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total
Producción valor teórico	29946	28014	29946	28980	29946	28980	175812
Producción valor real	26786.697	25470.3288	27322.7304	26548.578	21632.9904	25061.904	152823.229
Producción valor futuro	27734.489	26233.4302	28109.7113	27278.0046	24126.8933	26237.3328	159719.86
<b>Diferencia producción valor futuro</b>	<b>947.7909</b>	<b>763.10136</b>	<b>786.98088</b>	<b>729.4266</b>	<b>2493.90288</b>	<b>1175.4288</b>	<b>6896.63142</b>

Se observa la diferencia de producción de los valores obtenidos anteriormente (producción teórica, producción real, producción futura y diferencia de producción futura), donde la diferencia futura de producción implementando la propuesta sería del mes de enero a junio de 947.7909, 763.10136, 786.98088, 729.4266, 2493.90288, 1175.4288 y el total del semestre de 6896.63142 toneladas de cobre refinado.

- **Diferencias utilidades obtenidas**

**Tabla 15.**

*Diferencia utilidades obtenidas.*

Máquinas principales (mpa-mlc-mpla)	Total (tn)	Precio (tn)	Total (\$)
Producción valor teórico	175812	6728	1182863136
Producción valor real	152823.229	6728	1028194682
Producción valor futuro	159719.86	6728	1074595218
Diferencia de producción valor futuro	6896.63142	6728	46400536.2

Se observa la diferencia de producción de los valores obtenidos anteriormente (producción teórica, producción real, producción futura y diferencia de producción futura), donde se multiplica por el valor del cobre actual por tonelada de \$6728, obteniendo un incremento de \$46400536.2 dólares americanos en el supuesto de la implementación de la propuesta de mejora.

## CONCLUSIONES

**Primera:** En el presente trabajo de investigación, se logra proponer la mejora al sistema remoto de control, monitoreo y supervisión de los principales equipos de producción para una planta de refinería, a fin de convertirse en medida preventiva frente al Covid 19, para así lograr evitar contagios, cuidando el talento humano de la empresa, evitar paradas de producción y generar mayor rentabilidad a la empresa.

**Segunda:** Se realizó un diagnóstico de las principales máquinas de refinería, las cuales son; máquina preparadora de láminas de arranque, máquina lavadora descargadora de cátodos y máquina prensa de ánodos; de las cuales se identificó las siguientes características: uso de sensores digitales, motores eléctricos, servomotores, PLC's y comunicación industrial ETHERNET, la disponibilidad del primer semestre de la máquina prensa de ánodos fue de 89,45%, máquina preparadora de láminas de arranque 78,37% y la máquina lavadora de cátodos 93.15% siendo muy reducida la capacidad de producción esto se deduce en la falta de personal, considerando que los meses con menos productividad son los de mayo y junio donde la ola de contagio era mayor, se detecta que las principales fallas son la regulación de sensores, cambio de sensores, problemas de servomotor y fallas de componentes eléctricos esto de manera conjunta para las principales máquinas, siendo lo más repetitivo la regulación y cambio de sensores con la presente propuesta será más rápida la identificación de estas fallas creando mayor disponibilidad de las máquinas.

**Tercera:** Se detalló y explicó los componentes del sistema remoto de control, monitoreo y supervisión de los principales equipos de producción de una planta de refinería, siendo los componentes del sistema de control el Software Wonderware Intouch; con ello se obtuvo mayores luces respecto a la propuesta que se desarrolla.

**Cuarta:** Se estableció medidas preventivas frente al COVID19 durante el primer semestre del 2020, donde se realizó el diagnóstico, en la planta de refinería, optaron por proveer a los trabajadores con respiradores 3M, alcohol y medida de bioseguridad y distanciamiento obligatorio, la propuesta de mejora del sistema es brindar un control remoto el cual permitiría la revisión desde el lugar donde se encuentre el responsable, conllevando a una detección más rápida de fallas y delegación de técnicos para su reparación, como resultado no provoca aglomeración del personal, así como se previene el contagio.

**Quinta:** Se analizó la efectividad de la propuesta de mejora del sistema remoto de control, monitoreo y supervisión de los principales equipos de producción de una

planta de refinería, siendo que los beneficios de realizarse la implementación de la propuesta representa un total de 17967.9 toneladas de cobre más de la producción normal en un semestre, como también un bajo índice de contagios frente al Covid 19; así mismo una reducción de horas en paradas de equipos no programadas logrando subir la disponibilidad en el área de mantenimiento.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar futuras investigaciones orientadas a evaluar la implementación de la propuesta a la empresa de refinería enfocada desde la perspectiva de los jefes de mantenimiento, producción y planificación, comprobando si se cumple la hipótesis de que el costo es bajo, y se logra diferentes objetivos, reduciendo el tiempo de espera de las máquinas por mantenimiento, la detección de fallas disminuye y facilita al trabajador de mantenimiento la identificación rápida para poder mejorar y siendo un sistema de control remoto si realmente evita la aglomeración y previene el contagio.

Se recomienda a una futura investigación a extender la propuesta a los diferentes equipos auxiliares de la planta para un mejor control de tiempos y mejor rendimiento de este.

Se recomienda a investigadores futuros diseñar un plan de capacitaciones cursos, charlas, talleres para fortalecer las capacidades de los técnicos y para contar con mayor disponibilidad de mano de obra especializada, así como capacitar a los nuevos talentos con habilidades tecnológicas, con disponibilidad y facilidad de aprendizaje para la realización de implementaciones de sistemas y programas de mejora continua.

Se recomienda a futuras investigaciones a generar indicadores de seguimiento a las medidas de bioseguridad de forma rigurosa para mantener el distanciamiento social, evitar aglomeraciones del personal técnico y operativo de forma preventiva frente al contagio del COVID19.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIAS, D. Manual para citar y referenciar fuentes en textos de ingeniería según la norma ISO 690-2: [en línea]. Huancayo: Universidad Continental, Fondo Editorial, 2019 [fecha de consulta: 08 de marzo de 2020]. Disponible en: [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/6431/5/IV\\_UC\\_LI\\_Manual\\_para\\_citar\\_y\\_referenciar\\_fuentes\\_en\\_textos\\_2019.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/6431/5/IV_UC_LI_Manual_para_citar_y_referenciar_fuentes_en_textos_2019.pdf)
- AUTOMATION NETWORKS. Rslinx Software. Disponible en: <http://automation-networks.es/glossary/rslinx-classic-and-enterprise-software>
- CÁCERES, C. y AMAYA, D. Desarrollo e interacción de un laboratorio virtual asistido y controlado por PLC. Entre Ciencia e Ingeniería. Enero-junio, 2016, 19.9-15. [Fecha de consulta: 10 de marzo de 2020]. ISSN 1909-8367. Disponible en: <https://revistas.ucp.edu.co/index.php/entrecienciaeingenieria/article/view/436/442>
- CARRERO, D. Diseño de un sistema de control supervisorio y adquisición de datos (SCADA) para el monitoreo remoto de los sistemas de energía ininterrumpida (ups) perteneciente al sistema eléctrico de una refinería en el País. Tesis (Título de Ingeniero Electricista). Valencia: Universidad de Carabobo. 2008, 227 pp. [Fecha de consulta: 17 de marzo de 2020]. Disponible en: <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/31/dcarrero.pdf?sequence=4>
- CARRIZO, J. Automatización y optimización de tareas operativas en Transporte Público. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Buenos Aires: Universidad Privada. 2011, 102 pp. [Fecha de consulta: 26 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://ri.itba.edu.ar/bitstream/handle/123456789/969/C318%20-%20Automatizaci%C3%B3n%20y%20optimizaci%C3%B3n%20de%20tareas%20operativas%20en%20transporte%20p%C3%ABlico.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CHANGO, W. Integración de procesos Industriales mediante una red Ethernet dedicada para la PLCs de diferentes fabricantes, aplicadas en CECATTEC (Mecatrónico). Tesis (Título en Ingeniero en Sistemas Informáticos). Riobamba: Escuela Superior de Chimborazo. 2009. 146 pp. [Fecha de consulta: 05 de abril de 2020]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/99/1/18T00376.pdf>

- CONTROLWARE INDUSOFT. Wonderware InduSoft Web Studio. 2020. Disponible en:  
<http://www.controlware.com.pe/>
- COASACA, R. Diseño e implementación de un sistema SCADA para una planta envasadora de GLP en la ciudad de Juliaca. Tesis (Para optar el Título de Ingeniero Mecatrónico). Puno: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. 2018, 101 pp. [Fecha de consulta: 13 de abril de 2020]. Disponible en:  
[http://repositorio.uancv.edu.pe/bitstream/handle/UANCV/4611/T036\\_70762373\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uancv.edu.pe/bitstream/handle/UANCV/4611/T036_70762373_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- DIARIO GESTIÓN. La minería y la Automatización. 2020. [Fecha de consulta: 19 de abril de 2020]. Disponible en: <https://gestion.pe/noticias/2020/>
- DIARIO LA REPÚBLICA. Coronavirus. 2020. [Fecha de consulta: 28 de abril de 2020]. Disponible en: <https://larepublica.pe/>
- DOMINGUEZ, J. Optimización simultánea para la mejora continua y reducción de costos en procesos. Ingeniería y Ciencia, 2006, 2(04), 145-162. ISSN-e 1794-9165. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2273739>
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., & BAPTISTA, M. Metodología de la investigación. 6ª. Ed. México D.F.: McGraw-Hill. 2014
- IBÁÑEZ, S. Diseño de un Sistema de Control y Supervisión para la Operación Automática de la Nueva Planta de Relleno en Pasta de Compañía Minera Cuzcatlán – Oaxaca, México. Tesis (Título de Ingeniero Mecatrónico). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. 2016, 171 pp. [Fecha de consulta: 15 de mayo 2020]. Disponible en:  
<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9294/Iba%c3%b1ez%20Avalos%2c%20Segundo%20Antony.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. Salud Ocupacional y ambiental - CENSOPAS. 2020 [Fecha de consulta: 30 de marzo de 2020]. Disponible en:  
<https://web.ins.gob.pe/es/salud-ocupacional-y-proteccion/salud-ocupacional/censopas/presentacion>
- INTELLIMATION. WONDERWARE System Platform. Disponible en:  
<http://www.intellymation.com.ar/wonderware-system-platform/?gclid=Cj0KCQiAvP6ABhCjARIsAH37rbQNrf8xxRHQYO>
- IQUIAPAZA, C. Diseño de un sistema de control y supervisión para garantizar la dosificación de solución cianurada en las celdas de riego del PAD durante el proceso de lixiviación. Tesis (Título de Ingeniero Electrónico). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín. 2017, 127 pp. [Fecha de consulta: 28 de



- mayo 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5688/IEiqpaca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- LEY 29783. Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú 19 de agosto de 2011 [Fecha de consulta: 02 de junio de 2020]. Disponible en: <https://diariooficial.elperuano.pe/pdf/0052/ley-seguridad-salud-en-el-trabajo.pdf>
- LLANOS, J. Y PAREDES, L. Diseño para la optimización de un sistema control, "monitoreo y seguridad de la estación intermedia " de transporte de combustible "corazón. Tesis (Título de Ingeniero Electrónico). Lambayeque: Universidad Nacional de Pedro Ruiz Gallo. 2016, 129 pp. [Fecha de consulta: 04 de junio 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/463/BC-TES-4225.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- LLERENA, G. Automatización y monitoreo de una planta de tratamiento de emisión de gases de horno copela del área 3030 refinería de SOUTHERN PERÚ – ILO; utilizando plataforma controllogix y Factory Talk view. Tesis (Título de Ingeniero Electrónico). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín. 2016, 83 pp. [Fecha de consulta: 24 de junio 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7010/IEllmagr.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- LEÓN-BARÚA, R. Del diagnóstico a la investigación en medicina. Diagnóstico. 1996 38(6), 293-6. Disponible en: <http://www.fihu-diagnóstico.org.pe/revista/numeros/1998-99/novdic99/293-296.html>
- LOMBARDO, C. Plan de mejoramiento de disponibilidad en planta de refinería de cobre, división Codelco Norte. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María. 2016, 70 pp. [Fecha de consulta: 15 de julio 2020]. Disponible en: <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/23520/3560900232537UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Automatización y sistemas de control. 2020 [Fecha de consulta: 30 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.gob.pe/minem>
- MEDINA, A., NOGUEIRA, D., HERNANDEZ, A. y DIAZ, Y. Consideraciones y criterios para la selección de procesos para la mejora: Procesos Diana. Ingeniería

- Industrial. 2012, 33(3), 282-281. Disponible en:  
<http://scielo.sld.cu/pdf/rii/v33n3/rii07312.pdf>
- MUÑOZ, F. Implementación y gestión de plantas de procesos basado en wonderware intouch. Tesis (Título de Ingeniero en Automatización y Robótica). Santiago: Universidad Andres Bello. 2018, 131 pp. Disponible en:  
[http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/9865/a124599\\_Mu%C3%B1oz\\_F\\_Implementaci%C3%B3n\\_y\\_Gesti%C3%B3n\\_en\\_Plantas\\_2018\\_Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/9865/a124599_Mu%C3%B1oz_F_Implementaci%C3%B3n_y_Gesti%C3%B3n_en_Plantas_2018_Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- OMS. El Coronavirus. 2020. [Fecha de consulta: 31 de julio de 2020]. Disponible en:  
[https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019?gclid=CjwKCAiAv4n9BRA9EiwA30WNDw4birwy6u-U-IFUldqUpudFs3al6a85kR8iFi54T-oV5HRilh8kyRoC-WAQA vD\\_BwE](https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019?gclid=CjwKCAiAv4n9BRA9EiwA30WNDw4birwy6u-U-IFUldqUpudFs3al6a85kR8iFi54T-oV5HRilh8kyRoC-WAQA vD_BwE)
- QUINTERO, J., TACAN, E. y ESPAÑA, F. Diseño e Implementación de un Sistema de Control y Monitoreo Remoto para la Iluminación de una Vivienda a través de un Teléfono Móvil con Sistema Operativo Android y Board ARM mini2440. Ingeniería y Región. 13, 2015, 179-190 pp. ISSN 1657-6985  
<https://journalusco.edu.co/index.php/iregion/article/view/719>
- REVISTA ENERGIMINAS. Minem aprueba protocolo sanitario para prevención de Covid-19 en minería, hidrocarburos y electricidad. 2020. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2020]. Disponible en: <https://energiminas.com/minem-aprueba-protocolo-sanitario-para-prevencion-de-covid-19-en-mineria-hidrocarburos-y-electricidad/>
- RIOS, M. y URUETA, A. Desarrollo de las políticas de seguridad computacional para los equipos de los sistemas de control de una refinería. Tesis (Título de Ingeniero Electrónico). Cartagena de Indias: Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar. 2003, 137 pp. [Fecha de consulta: 29 de julio 2020]. Disponible en:  
<https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0019032.pdf>
- ROCA, E. y CARRERO, D. Diseño de un sistema de control supervisorio y adquisición de datos (SCADA) para el monitoreo remoto de los sistemas de energía ininterrumpida (ups) perteneciente al sistema eléctrico de una refinería en el país. Tesis (Título de Ingeniero en Electricista). Valencia: Universidad de Carabobo. 2008, 227 pp. Disponible en:  
<http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/31/dcarrero.pdf?sequence=4>

- ROCKWELL AUTOMATION. Operational Historian Software. Disponible en: <https://www.rockwellautomation.com/en-us/products/software/factorytalk/operationsuite/historian.html>
- ROCKWELL AUTOMATION. Studio 5000 Logix Designer. Disponible en: <https://www.rockwellautomation.com/es-es/products/software/factorytalk/designsuite/studio-5000/studio-5000-logix-designer.html>
- RODRIGUEZ, M. Optimización y mejora en la etapa de chancado/aglomerado/lixiviación en minera Anita LTDA. Tesis (Título de Ingeniero Civil en Metalurgia Extractiva). Valparaíso: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 2015, 104 pp. [Fecha de consulta: 15 de agosto 2020]. Disponible en: [http://opac.pucv.cl/pucv\\_txt/txt-5500/UCD5746\\_01.pdf](http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-5500/UCD5746_01.pdf)
- ROMERO, C. Diseño de un sistema SCADA para el proceso de producción de los pozos de petróleo de PETROECUADOR. Tesis (Título de Ingeniero en Electrónica y Control). Quito: Escuela Politécnica Nacional. 2006, 89 pp. [Fecha de consulta: 15 de setiembre 2020]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/27557984\\_Disenio\\_de\\_un\\_sistemas\\_SCADA\\_para\\_el\\_proceso\\_de\\_produccion\\_de\\_los\\_pozos\\_de\\_petroleo\\_de\\_PETROECUADOR](https://www.researchgate.net/publication/27557984_Disenio_de_un_sistemas_SCADA_para_el_proceso_de_produccion_de_los_pozos_de_petroleo_de_PETROECUADOR)
- RUMBO MINERO. Sistemas de control mineros. 2020. [Fecha de consulta: 20 de setiembre de 2020]. Disponible en: <http://www.rumbominero.com/>
- SOLANO, F. Interconexión del sistema de detección y alarma contra incendio entre las plantas de refinería y de fundición. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico). Lima: Universidad Tecnológica del Perú. 2017, 79 pp. [Fecha de consulta: 28 de setiembre 2020]. Disponible en: [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/889/Freddy%20Solano\\_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional\\_Titulo%20Profesional\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/889/Freddy%20Solano_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- SUNAFIL. Salud Ocupacional y Salud en el Trabajo. 2020 [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://www.gob.pe/sunafil>
- SOUTHERN PERÚ. Plan de contingencia interno 2020.
- TAMAYO, M. El Proceso de la Investigación Científica. 4ta. ed. México, D.F.: Limusa. 2003
- TUBÓN, J. Automatización de la central de generación cuyabeno de petroproducción mediante la implementación de un sistema SCADA. Tesis (Título Profesional de

Ingeniero Electrónico, automatización y control). Sangolquí: Escuela Politécnica de del ejército. 2009, 126 pp. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/472>

VALENCIA, M. Diseño y control automático de tanque de almacenamiento de crudo de petróleo para una refinería. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Químico). Piura: Universidad Nacional de Piura. 2019, 143 pp. [Fecha de consulta: 12 de octubre 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1714/MIN-VAL-VAL-19.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## **ANEXOS**

**Anexo 01**  
**Entrevista:**



**Entrevista Jefe de electricidad e instrumentación**

**I. Presentación:**

Buenas tardes Inq. (jefe de electricidad e instrumentación), la presente entrevista ayudará a presentar una Propuesta de mejora en el área de mantenimiento, información que será presentada en un proyecto de investigación la cual permitirá obtener el grado académico de Ingeniero Industrial.

**II. Preguntas:**

1. ¿Planifican el mantenimiento de las máquinas/equipos y cuál es su frecuencia?
2. ¿Cómo se realiza el proceso de requerimiento de mantenimiento de la maquina/equipo?
3. ¿Cuentan con registros, cuales son?
4. ¿Cuándo se tiene una parada no programada, que acciones se toman en el momento para evitar caer en retrasos?
5. En promedio ¿Cuánto tiempo se demora en realizar el mantenimiento preventivo?
6. ¿Cuáles son las fallas recurrentes, y cuanto tiempo se demora en hallar la falla?
7. ¿Qué porcentaje de disponibilidad de Equipos considera usted que es el adecuado para trabajar?
8. ¿Cuáles considera usted que son las debilidades del sistema de mantenimiento que se lleva actualmente en la empresa?
9. ¿Qué tipo de equipos representan mayores demoras por paradas no programadas?
10. ¿En cuanto a la adquisición de repuestos e insumos por parte del área logística, en qué nivel de satisfacción considera ustedes que se encuentran, considerando un 100%?
11. ¿Qué propuesta considera efectiva para mejorar la disponibilidad de máquinas?
12. De acuerdo a la coyuntura actual que medidas tomo la empresa, ¿Considera que si se realiza el monitoreo remoto de las maquinas disminuya contagios?

**Anexo 02**  
**Validación:**



**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO**  
**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTO**

**I. DATOS GENERALES**

1.- Nombres y Apellidos del Tesista:

Bach. JOSE LUIS CHOQUE VALDIVIA

Bach. JESSICA JENNY ROMERO TORRES

2.- Nombre del instrumento motivo de la evaluación: CUESTIONARIO A JEFE DE MANTENIMIENTO Y TRABAJADORES

3.- Nombre y Apellidos del Validador del instrumento: JULIO POSTIGO ZUMARAN

4.- Cargo e Institución donde labora: PLANTA REFINERIA

**II. ASPECTOS DE EVALUACIÓN**

ITEM	INDICADORES	DEFICIENTE 0-20%	REGULAR 21-40%	BUENA 41-60%	MUY BUENA 61-80%	EXCELENTE 81-100%
1	Claridad					X
2	Objetividad					X
3	Actualidad					X
4	Organización					X
5	Suficiencia					X
6	Intencionalidad					X
7	Consistencia				X	
8	Coherencia					X
9	Metodología					X

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:** Es aplicable

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:** 90%

.....  
.....  
.....

FIRMA DEL VALIDADOR DE ENCUESTA

## Anexo 03

### Cuestionarios trabajadores:

# CUESTIONARIO

El presente cuestionario tiene como objetivo identificar la situación actual de la empresa respecto al área de mantenimiento, identificando los principales problemas que presenta. Por favor responder las preguntas citadas.  
¡Gracias!

1.- ¿Que mantenimiento realiza la empresa?

- a) Correctivo
- b) Preventivo
- c) Predictivo
- Alternativa a y b
- Ningun tipo de mantenimiento
- Alternativa a,b y c

2.- Califique la gestión que se viene llevando actualmente en el área de mantenimiento

- Muy buena
- Buena
- Normal
- Mala



3.- Califique la disponibilidad de maquinas, considerando que el nivel optimo es de 90%

- Sobre el 50%
- Sobre el 60%
- Sobre el 70%
- Sobre el 80%
- Sobre el 90%

4.- Cuando un equipo queda inoperativo por una falla compleja, ¿Cuánto tiempo se demoran en dar solución al problema?

- De 0 a 5 horas
- Al día siguiente
- 3 días
- Mas de una semana

5.- Califique el nivel de capacitación en los Operadores y/o técnicos de mantenimiento

- Altamente Capacitados
- Capacitados
- Operarios con experiencia
- Operarios poco capacitados

6.- Se presenta demoras en poner operativos los equipos a causa de retrasos por el departamento de logística

- Sí
- No
- Algunas veces

7.- Califique usted del 1 al 5 la principal causa de mala gestión en el área de mantenimiento, (siendo 1 menor importancia y 5 mayor importancia).

	1	2	3	4	5
Falta de planificación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Falta de registros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Capacitación de operarios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Falta de insumos, herramientas, etc	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Falta de historicos de Mantenimiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8.- ¿Cree usted que podrían evitarse fallas al detectarlas anticipadamente mediante métodos de inspección?

Sí

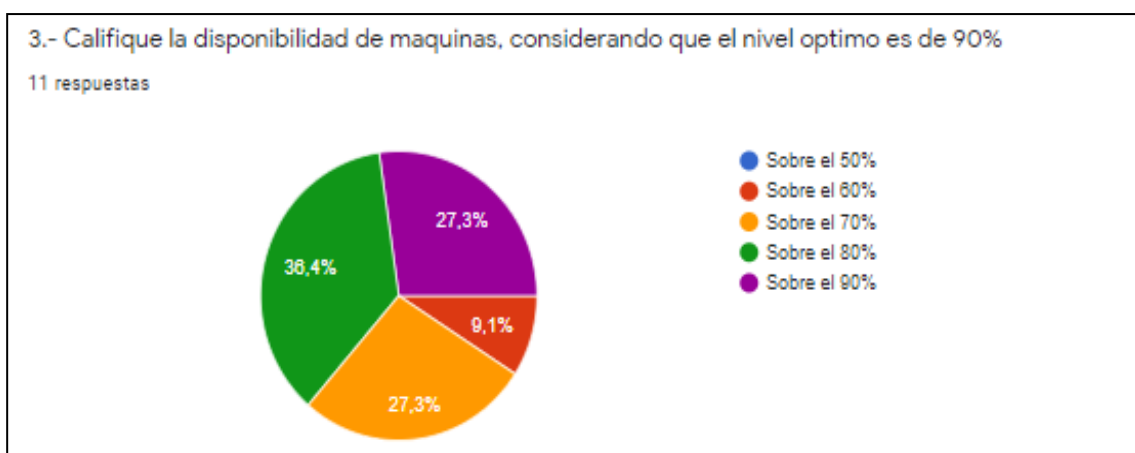
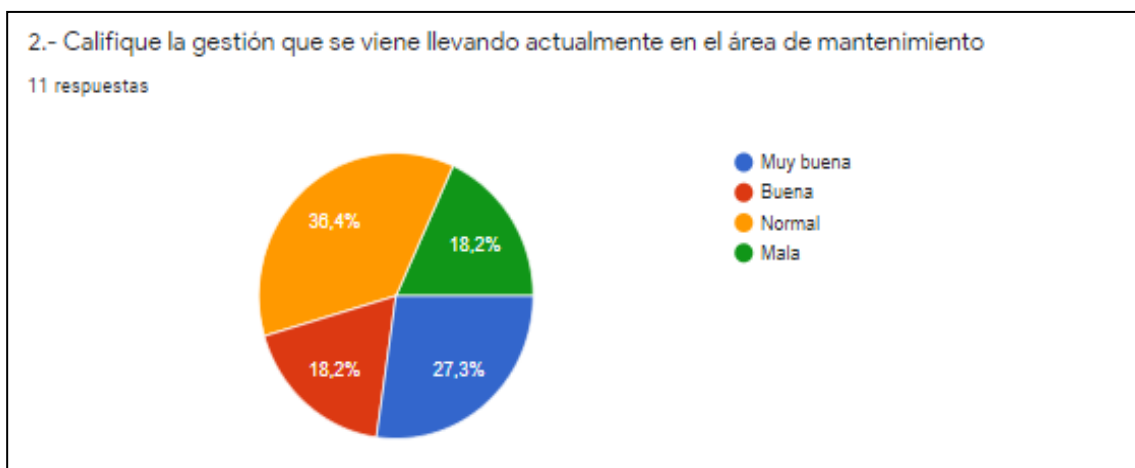
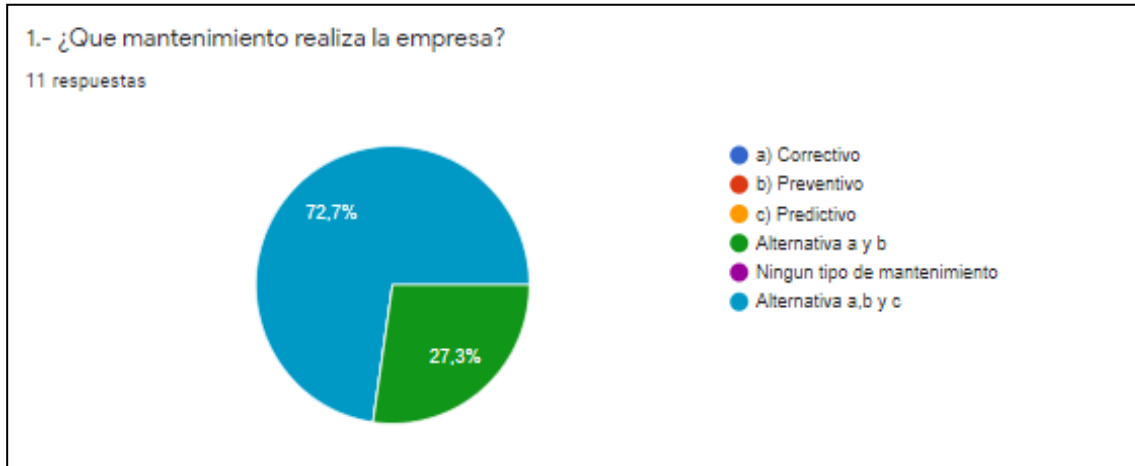
No

9.- Sugerencias para mejorar los procesos del área de mantenimiento

Tu respuesta \_\_\_\_\_

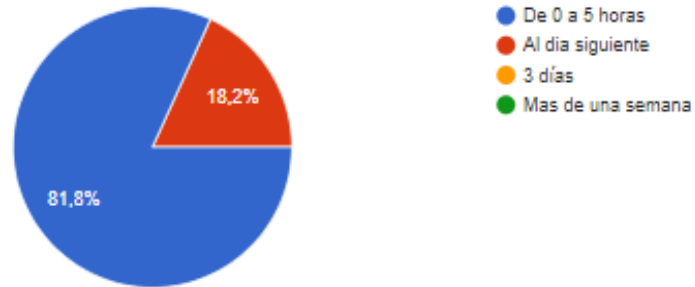
## Anexo 04

### Resultados de cuestionario dirigido a trabajadores



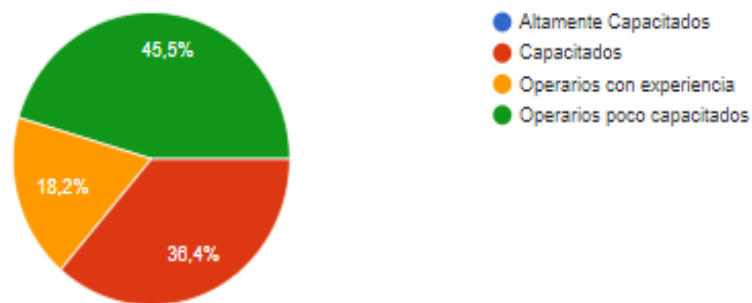
4.- Cuando un equipo queda inoperativo por una falla compleja, ¿Cuánto tiempo se demoran en dar solución al problema?

11 respuestas



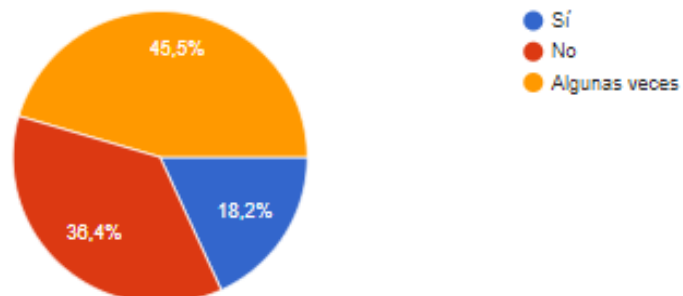
5.- Califique el nivel de capacitación en los Operadores y/o técnicos de mantenimiento

11 respuestas

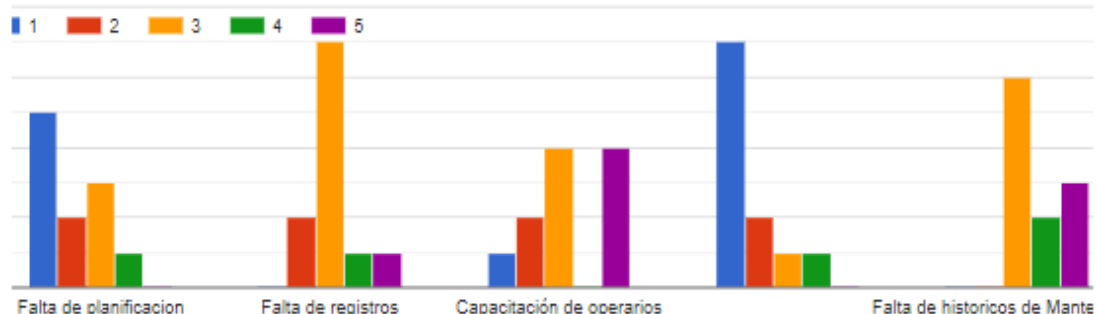


6.- Se presenta demoras en poner operativos los equipos a causa de retrasos por el departamento de logística

11 respuestas

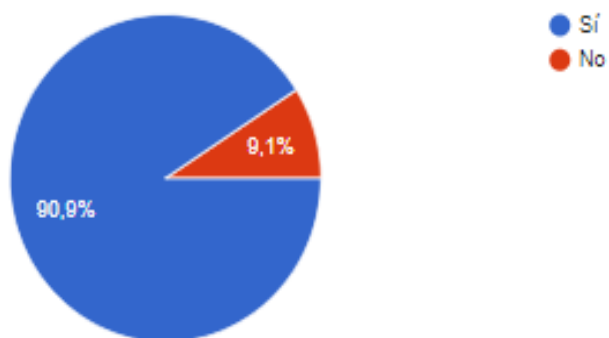


7.- Califique usted del 1 al 5 la principal causa de mala gestión en el área de mantenimiento, (siendo 1 menor importancia y 5 mayor importancia).



8.- ¿Cree usted que podrían evitarse fallas al detectarlas anticipadamente mediante métodos de inspección?

11 respuestas



9.- Sugerencias para mejorar los procesos del área de mantenimiento

8 respuestas

Tener más comunicación entre el personal

Capacitación

Desarrollar más los softwares actuales

Desarrollo de programación

Estandarizaron de marcas de componentes programables

Realizar inspecciones técnicas más seguidas a las máquinas de planta

Capacitación de personal

Capacitación al personal

