



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Propuesta de mantenimiento predictivo para reducir tasa de  
fallas de equipos críticos en Refrigerados Fisholg & Hijos SAC  
Paíta 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Imán Coronado, Guillermo Eduardo (ORCID: 0000-0001-6797-8407)

**ASESOR:**

Molina Vílchez, Jaime Enrique (ORCID: 0000-0001-7320-0618)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

PIURA – PERÚ

2021

## DEDICATORIA

Dedicado:

A Dios, que es mi guía, mi protector.

A mis hijos, que son mi fortaleza.

A mis padres, que son mi inspiración.

A mi esposa por ser mi mano derecha.

## AGRADECIMIENTO

DIOS todo poderoso te agradezco por todo lo que me brindas, por permitirme culminar este informe de investigación. A pesar de los momentos difíciles me protegiste de todo lo malo.

Agradezco:

A mis hijos y esposa en la paciencia y comprensión, que ha sido vital para poder seguir en camino y culminar esta carrera.

A mis padres que siempre han estado a mi lado, dándome su apoyo y consejos en todas las etapas de mi vida

Al Gerente General y Gerente Adjunto de Refrigerados Fisholg & Hijos SAC, Don Santos Genaro Olaya Veliz y Walter Olaya García por brindarme las facilidades requeridas.

Al Ingeniero Giancarlo Gonzales Cruz por su apoyo.

A todas las personas que me brindaron su apoyo.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. Introducción.....	1
II. Marco teórico.....	11
III. Metodología.....	20
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	20
3.2 Variables y operacionalización.....	20
3.3 Población, muestra y muestreo.....	23
3.4 Técnicas e instrumentos de datos.....	25
3.5 Procedimientos.....	27
IV. Resultados.....	71
V. Discusión.....	77
VI Conclusiones.....	78
VII. Recomendaciones.....	79
<u>Referencias</u> .....	80
ANEXOS.....	86

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de correlación .....	4
Tabla 2: Ponderación total .....	5
<i>Tabla 3: Análisis de Pareto de las causas de alta tasa de falla en los equipos .....</i>	<i>6</i>
<i>Tabla 4: Estratificación de las causas por áreas .....</i>	<i>8</i>
<i>Tabla 5: Alternativas de solución.....</i>	<i>8</i>
Tabla 6: Técnicas de recolección de datos .....	25
Tabla 7: Distribución de la empresa para el análisis de criticidad.....	31
Tabla 8: Datos pre-test de % cumplimiento de labores preventivas por secciones .....	33
Tabla 9: Datos pre-test de labores de mantenimiento ejecutadas .....	34
Tabla 10: Datos pre-test de tasa de fallas de labores de mantenimiento .....	35
Tabla 11: Datos pre-test de tiempo de labores de mantenimiento.....	36
Tabla 12: Datos pre-test de disponibilidad .....	37
Tabla 13: Datos pre-test de tiempo promedio entre fallas .....	38
Tabla 14: Criterios para la ponderación de análisis de criticidad .....	38
Tabla 15: Datos pre-test de porcentaje de fallas mecánicas .....	40
Tabla 16: Causas de alta tasa de fallas .....	40
Tabla 17: Propuesta de metodología a utilizar .....	41
Tabla 18: Selección de equipos para análisis de criticidad.....	43
Tabla 19: Formato para encuesta de ponderación para análisis de criticidad .....	45
Tabla 20: Selección de equipos críticos .....	46
Tabla 21: Matriz de criticidad .....	48
Tabla 22: Resultados de análisis de criticidad.....	48
Tabla 23: Fallas de los equipos críticos.....	49
Tabla 24: Condición para el monitoreo del equipo crítico .....	51
Tabla 25: Técnica de mantenimiento predictivo .....	53
Tabla 26: Elección de equipo predictivo .....	53
Tabla 27: Determinación del intervalo P-F de equipos críticos.....	54
Tabla 28: código de técnica predictiva .....	56
Tabla 29: Código de equipo para monitoreo .....	56
Tabla 30: Cronograma de frecuencia del monitoreo.....	57
Tabla 31: Cronograma de capacitación.....	58

Tabla 32: Análisis de Weibull de las fallas.....	59
Tabla 33: Datos proyectados de fallas .....	60
Tabla 34: Datos post test de disponibilidad .....	60
Tabla 35: Datos post test de MTBF .....	61
Tabla 36: Weibull de fallas mecánicas .....	62
Tabla 37: Datos proyectados de fallas mecánicas .....	63
Tabla 38: Datos post de fallas mecánicas .....	64
Tabla 39: Tabla de inversiones intangibles .....	65
Tabla 40: Cronograma de capacitación de personal .....	66
Tabla 41: Costo de inversiones de instrumentos predictivos .....	66
Tabla 42: Flujo de caja .....	67
Tabla 43: Cronograma de actividades.....	68
Tabla 44: Código de ética de la Universidad César Vallejo .....	70
Tabla 45: Análisis descriptivo de disponibilidad.....	71
Tabla 46: Análisis descriptivo del MTBF.....	73
Tabla 47: Análisis descriptivo de fallas mecánicas .....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de Ishikawa.....	2
<i>Figura 2: Diagrama de Pareto de causas de alta tasa de fallas.....</i>	<i>7</i>
Figura 3 Calculo de la determinación de la muestra:.....	24
Figura 4: Organigrama de la empresa.....	28
Figura 5: Diagrama de flujo de proceso de perico .....	29
Figura 6: Diagrama de flujo de proceso de pota.....	30
Figura 7: Datos pre-test de % de cumplimientos de preventivos por sección .....	34
Figura 8: Curva de tasa de fallas.....	36
Figura 9: Curva P-F.....	54
Figura 10: Determinación de falla para la curva PF.....	55
Figura 11:Curva PF de fallas en equipos críticos .....	55
Figura 12: Comportamiento de las fallas .....	59
Figura 13: Comportamiento de la disponibilidad.....	61
Figura 14: Comportamiento del MTBF .....	62
Figura 15: Comportamiento de las fallas mecánicas .....	63
Figura 16: Comportamiento de la tasa de fallas mecánicas .....	64
Figura 17: Histograma de disponibilidad pre-test .....	72
Figura 18: Histograma de disponibilidad post-test.....	72
Figura 19: Histograma MTBF pre-test.....	74
Figura 20: Histograma de MTBF post-test.....	74
Figura 21: Histograma de fallas mecánicas Pre-test .....	76
Figura 22: Histograma de fallas mecánicas Post-test.....	76

## RESUMEN

Este informe de investigación tiene como título “Propuesta de mantenimiento predictivo para reducir tasa de fallas en los equipos críticos de la empresa Refrigerados Fisholg e Hijos SAC”, tiene como objetivo general la elaboración de una propuesta de mantenimiento predictivo para reducir la tasa de fallas de los equipos críticos de la empresa Refrigerados Fisholg & Hijos SAC. También tenemos como objetivo específico 1, elaborar una propuesta de mantenimiento predictivo para reducir la tasa de fallas mecánicas de los equipos críticos de la empresa refrigerados Fisholg & Hijos SAC y como objetivo específico 2, elaborar una propuesta de mantenimiento predictivo para reducir fallas por mala manipulación de equipos en la empresa refrigerados Fisholg & Hijos SAC, la metodología de este informe de investigación es de tipo aplicada, tiene un enfoque cuantitativo, así mismo, esta investigación tiene un nivel explicativo y su diseño es no experimental no propositivo. En este informe de investigación se tiene como resultados que la disponibilidad de los equipos incrementó de una media 78.66% a una media de 85.09%, el tiempo medio entre fallas (MTBF) se incrementó de una media de 5.4 horas a 7.19 horas, de todos los equipos que intervienen en el proceso productivo de pota y perico se determinaron los equipos críticos siguientes: Los equipos de los túneles de congelamiento 1,2,3 y 4; los equipos de los congeladores de placas 1,2 y 3; las peladoras de pota 1,2,3,4,5 y 6; termoformadora envasadora multivac; montacargas y apiladores eléctricos. También en este informe de investigación se redujo la tasa de fallas mecánicas de una media 53.04% a 40.11%.

Como recomendación se debe capacitar al personal de mantenimiento y así mismo concientizar a este personal ya que ellos son los que estarán como base para desarrollo del mantenimiento predictivo.

**Palabras clave:** Análisis de criticidad, disponibilidad, MTBF, mantenimiento predictivo, tasa de fallas.



## ABSTRACT

This research report is entitled "Predictive maintenance proposal to reduce failure rate in the critical equipment of the company Refrigerados Fisholg e Hijos SAC", has as its general objective the elaboration of a predictive maintenance proposal to reduce the failure rate of the critical equipment of the company Refrigerados Fisholg & Hijos SAC. We also have as specific objective 1, to elaborate a predictive maintenance proposal to reduce the rate of mechanical failures of the critical equipment of the refrigerated company Fisholg & Hijos SAC and as a specific objective 2, to elaborate a predictive maintenance proposal to reduce failures due to poor handling of equipment in the refrigerated company Fisholg & Hijos SAC, the methodology of this research report is of an applied type, it has a quantitative approach, likewise, this research has an explanatory level and its design is non-experimental not propositional. In this research report it is found that the availability of the equipment increased from an average of 78.66% to an average of 85.09%, the average time between failures (MTBF) increased from an average of 5.4 hours to 7.19 hours, of all the equipment involved in the production process of squid and parakeet the critical equipment was determined: Equipment in freezing tunnels 1,2,3 and 4; equipment for plate freezers 1,2 and 3; squid peelers 1,2,3,4,5 and 6; multivac packaging thermoformed; electric forklifts and stackers. Also, in this research report the rate of mechanical failures was reduced from an average of 53.04% to 40.11%.

As a recommendation, maintenance personnel should be trained and raise awareness among these personnel since they are the ones who will be the basis for the development of predictive maintenance.

**Keywords:** Criticality analysis, availability, MTBF, predictive maintenance, failurerate.

## I.INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, las industrias de procesos y manufacturas están pasando por una etapa difícil, la elevación del precio de insumos y un clima de negocios adverso amenazan su visión de crecimiento, pues necesitan alcanzar una máxima productividad de sus activos, al lograr reducir sus costos garantizan que sus procesos optimicen sus recursos y sean lo más eficientes posibles.

Estas industrias han llevado al desarrollo de técnicas y estrategias de mantenimiento, se ha comprobado que el mantenimiento predictivo, con una utilización efectiva reduce las fallas haciéndolo muy eficaz y beneficioso (Behera y Sahoo 2016).

En Estados Unidos los gaseoductos son muy importantes para el transporte de gas natural dentro del territorio y fuera de sus fronteras, entre el año 1996-2016 se presentaron más de 10000 incidentes de fallas de las tuberías que ocasionaron una pérdida de \$748 millones.

La falla más frecuente fue por corrosión externa, esto llevó a implementar modelos de mantenimiento predictivos en la tubería de transporte de gas, logrando encontrar la falla y así poder programar su respectivo mantenimiento (Zakikhani, Nasiri y Zayed 2021).

En el año 2010, la empresa de electricidad más grande de Estados Unidos Duke Energy tuvo una falla importante en el generador de energía que le costó una pérdida de 10 millones de dólares, más 4 meses de generación de pérdidas, esto llevó a la empresa a una mejor evaluación de prevención de fallas mediante el mantenimiento predictivo (Pastor 2020).

Colombia está un proceso importante de exportaciones en el mundo en la industria de producción del carbón activado, se ha descubierto que varias empresas presentan fallas en el molino bauxita que les ocasiona varias pérdidas económicas.

Las causas más frecuente de fallas está en el acople flexible, rotura de un perno de sujeción de reductor y en los rodamientos del ventilador de horno; empleando mantenimiento predictivo a través de análisis de vibraciones lograron una gran disponibilidad al reducir a cero las averías y defectos (Mejía Ruiz, Vargas Henríquez y Vásquez Caballis 2018).

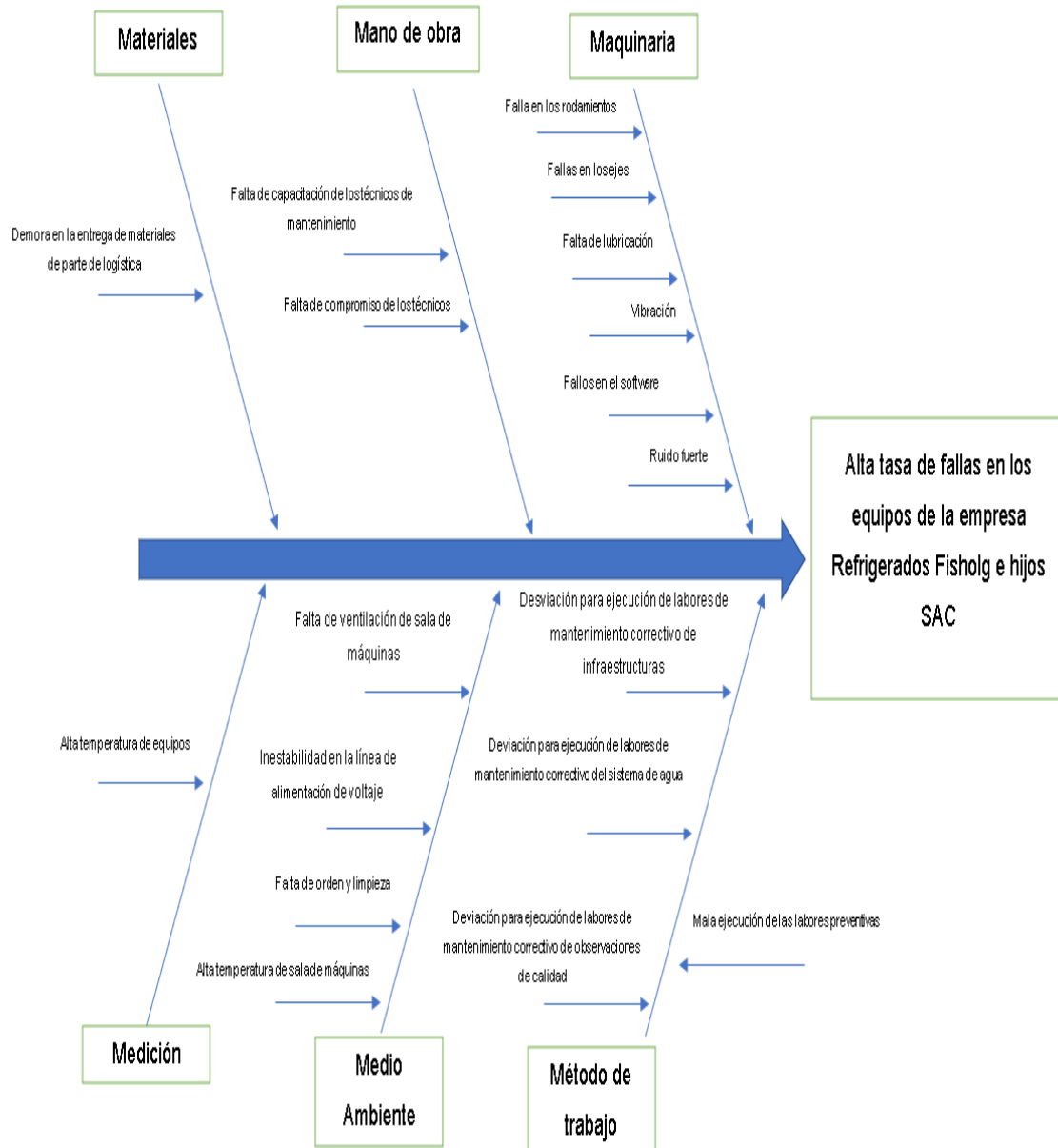
En Perú en el año 2016 la empresa Kimberly Clark EIRL, tuvo fallas eléctricas que eran por el apagado de forma repentina del generador eléctrico, estas fallas afectaban la operación del generador y el rendimiento de este. Con la implementación del mantenimiento predictivo a través de técnicas como análisis de aceite y vibración, se logró reducir de 80 fallas en enero del 2016 a 2 en enero del 2017, logrando para la empresa un ahorro de \$482,734.08 al año (Mendivil Guillen y Montenegro Peralta 2016).

Refrigerados Fisholg & Hijos S.A.C, procesadora de productos hidrobiológicos congelados, fundada en noviembre del 2007 tiene en sus diversas presentaciones filete de pota fresca, filete de pota precocida, medallones, porciones de perico al vacío, entre otros. La empresa busca entregar a sus clientes productos de una excelente calidad e inocuidad, y tiempo requerido, mejorando sus procesos de transformación de la materia prima al producto terminado.

Actualmente en la empresa existe una elevada tasa de fallas, esto se debe a que las labores de mantenimiento correctivo superan las labores de mantenimiento preventivo. El índice de tasa de fallas en los últimos 5 meses es de 0.40%, teniendo como objetivo minimizar el índice planteado de 0.25%.

A continuación, en la figura 1 se realiza un diagrama Ishikawa para determinar las causas de la alta tasa de fallas en los equipos de la empresa Refrigerados Fisholg e Hijos SAC

Figura1 Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

Se desarrolla la técnica de Pareto para poder lograr un mejor análisis, por lo tanto, se realiza una de correlación; considerando que las causas mostradas tienen una relación; no hay relación =0, débil = 1, media=5, fuerte= 10

Tabla 1: Matriz de correlación

Causas que originan una alta tasa de fallas en los equipos y máquinas			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	Total
1	Inestabilidad en la línea de alimentación de voltaje	C1	10	10	1	1	0	5	5	1	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	33
2	Fallos en el software	C2	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10
3	Falla en los rodamientos	C3	5	1	10	10	1	10	10	10	1	1	1	1	1	1	0	0	0	10	63
4	Fallas en los ejes	C4	0	0	10	10	1	10	10	10	1	1	1	1	1	1	0	0	0	10	57
5	Falta de lubricación	C5	0	0	10	10	10	10	10	10	1	1	1	1	1	1	0	1	0	10	67
6	Vibración	C6	0	0	10	10	10	10	10	10	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	57
7	Alta temperatura de equipos	C7	0	5	10	10	0	5	10	10	1	0	0	0	0	0	0	0	10	10	61
8	Ruidos fuertes	C8	1	1	10	10	1	10	10	10	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	46
9	Mala ejecución de las labores preventivas	C9	0	1	5	5	5	5	5	5	10	1	5	1	1	1	1	1	1	1	44
10	Falta de capacitación de los técnicos de mantenimiento	C10	0	0	10	10	10	0	10	0	10	10	5	0	0	0	0	1	0	0	56
11	Falta de compromiso de los técnicos	C11	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	20
12	Desviación para ejecución de labores de mantenimiento correctivo de infraestructuras	C12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	1
13	Desviación para ejecución de labores de mantenimiento correctivo del sistema de agua	C13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10	0	0	0	0	0	1
14	Desviación para ejecución de labores de mantenimiento correctivo de observaciones de calidad	C14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	10	0	0	0	0	1
15	Demora en la entrega de materiales de parte de logística	C15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	10	0	0	0	3
16	Falta de orden y limpieza	C16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	10	0	0	5
17	Falta de ventilación de sala de máquinas	C17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	1
18	Alta temperatura de sala de máquinas	C18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	1

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 1, se observa cuáles son las causas con mayor correlación; Falla en los rodamientos, fallas en los ejes, alta temperatura de equipos, ruido fuerte, vibración, falta de lubricación, mala ejecución de labores preventivas, falta de ventilación de sala de máquinas.

Tabla 2: Ponderación total

Causas que originan una alta tasa de fallas en los equipos y máquinas		Puntaje de correlación	Frecuencia	Ponderación total
1	Inestabilidad en la línea de alimentación de voltaje	33	5	165
2	Fallos en el software	10	1	10
3	Falla en los rodamientos	63	10	630
4	Fallas en los ejes	57	10	570
5	Falta de lubricación	67	10	670
6	Vibración	57	10	570
7	Alta temperatura de equipos	61	10	610
8	Ruidos fuertes	46	10	460
9	Mala ejecución de las labores preventivas	44	5	220
10	Falta de capacitación de los técnicos de mantenimiento	56	5	280
11	Falta de compromiso de los técnicos	20	5	100
12	Desviación para ejecución de labores de mantenimiento correctivo de infraestructuras	1	5	5
13	Desviación para ejecución de labores de mantenimiento correctivo del sistema de agua	1	5	5
14	Desviación para ejecución de labores de mantenimiento correctivo de observaciones de calidad	1	5	5
15	Demora en la entrega de materiales de parte de logística	3	1	3
16	Falta de orden y limpieza	5	5	25
17	Falta de ventilación de sala de máquinas	1	10	10
18	Alta temperatura de sala de máquinas	1	10	10
			Total	4348

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2, se observa los resultados cuando la frecuencia es baja = 1, media=5 y alta=10, multiplicando por el puntaje de correlación, obtenemos la ponderación total.

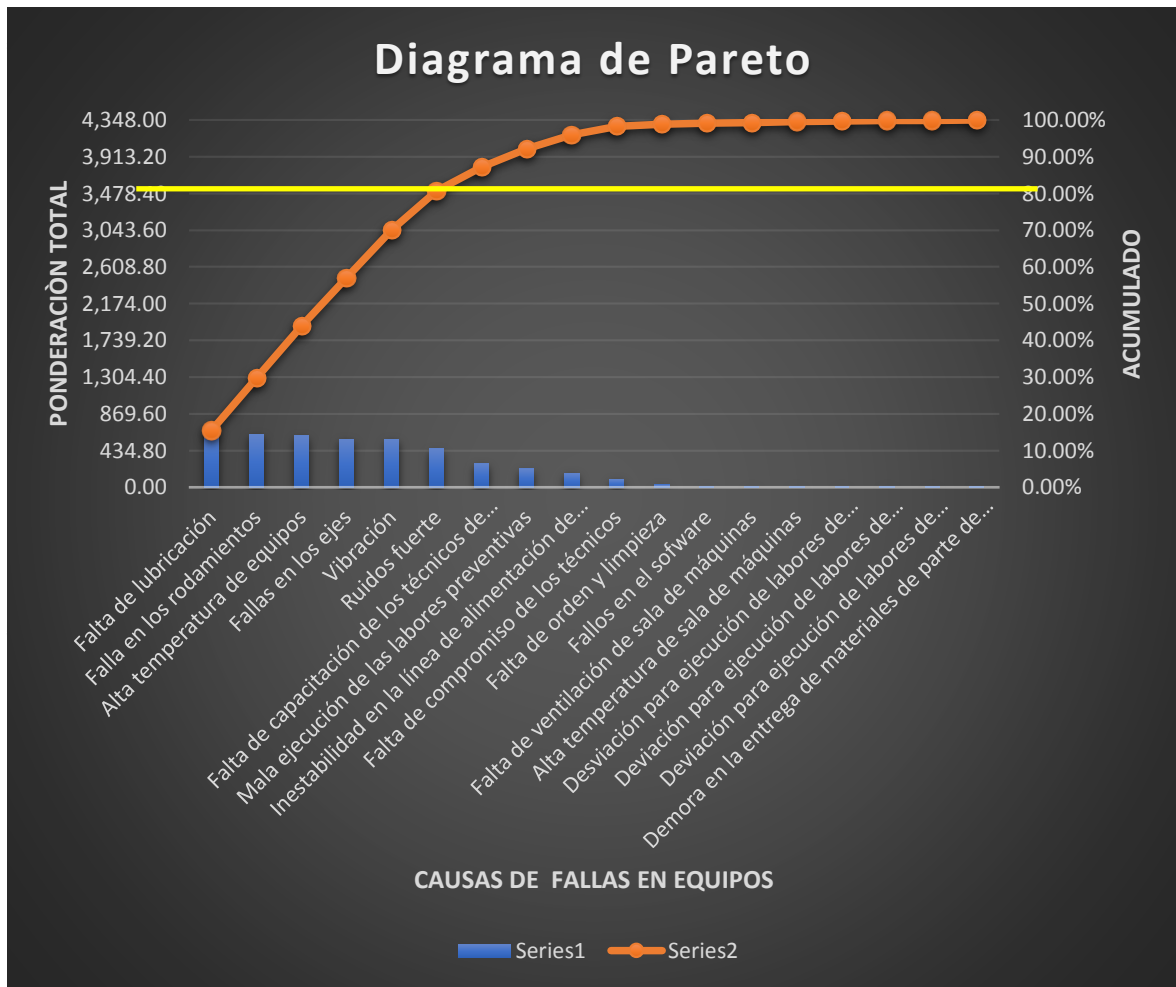
Tabla 3: Análisis de Pareto de las causas de alta tasa de falla en los equipos

Causas que originan una alta tasa de fallas en los equipos y máquinas		Ponderación total	%	Acumulado
1	Falta de lubricación	670	15,41%	15,41%
2	Falla en los rodamientos	630	14,49%	29,90%
3	Alta temperatura de equipos	610	14,03%	43,93%
4	Fallas en los ejes	570	13,11%	57,04%
5	Vibración	570	13,11%	70,15%
6	Ruidos fuertes	460	10,58%	80,73%
7	Falta de capacitación de los técnicos de mantenimiento	280	6,44%	87,17%
8	Mala ejecución de las labores preventivas	220	5,06%	92,23%
9	Inestabilidad en la línea de alimentación de voltaje	165	3,79%	96,02%
10	Falta de compromiso de los técnicos	100	2,30%	98,32%
11	Falta de orden y limpieza	25	0,57%	98,90%
12	Fallos en el software	10	0,23%	99,13%
13	Falta de ventilación de sala de máquinas	10	0,23%	99,36%
14	Alta temperatura de sala de máquinas	10	0,23%	99,59%
15	Desviación para ejecución de labores de mantenimiento correctivo de infraestructuras	5	0,11%	99,70%
16	Desviación para ejecución de labores de mantenimiento correctivo del sistema de agua	5	0,11%	99,82%
17	Desviación para ejecución de labores de mantenimiento correctivo de observaciones de calidad	5	0,11%	99,93%
18	Demora en la entrega de materiales de parte de logística	3	0,07%	100,00%
Total		4348	100,00%	0

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 3, muestra los resultados de la ponderación total; de las 18 causas tenemos que 6 causas originan el 80.73% de los problemas de una alta tasa de falla de los equipos en la empresa Refrigerados Fisholg e Hijos SAC.

Figura 2: Diagrama de Pareto de causas de alta tasa de fallas



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 2, se observa el diagrama de Pareto, así tenemos que, la falta de lubricación (15,41%), falla en los rodamientos (14,49%), alta temperatura de equipos (14,03), fallas en los ejes (13,11%), vibración (13,11%), ruidos fuertes (10,58%) son las causas de mayor impacto de la alta tasa de fallas en los equipos



Tabla 4: Estratificación de las causas por áreas

Causas que originan una alta tasa de fallas en los equipos y máquinas		Ponderación total	Área	Puntuación
1	Falta de lubricación	670	Mantenimiento	3915
2	Falla en los rodamientos	630		
3	Alta temperatura de equipos	610		
4	Fallas en los ejes	570		
5	Vibración	570		
6	Ruidos fuertes	460		
7	Mala ejecución de las labores preventivas	220		
8	Inestabilidad en la línea de alimentación de voltaje	165		
9	Falta de ventilación de sala de máquinas	10		
10	Alta temperatura de sala de máquinas	10		
11	Falta de orden y limpieza	25	Gestión	405
12	Falta de capacitación de los técnicos de mantenimiento	280		
13	Falta de compromiso de los técnicos	100		
14	Fallos en el software	10	Procesos	28
15	Desviación para ejecución de labores de mantenimiento correctivo de infraestructuras	5		
16	Desviación para ejecución de labores de mantenimiento correctivo del sistema de agua	5		
17	Desviación para ejecución de labores de mantenimiento correctivo de observaciones de calidad	5		
18	Demora en la entrega de materiales de parte de logística	3		
Total		4348		

En la tabla 4, se observa cómo se realizó una estratificación por áreas, así mismo el área de mantenimiento lidera el resultado con un puntaje total de 3915 puntos

Tabla 5: Alternativas de solución

Alternativas	Solución al problema	Costos de aplicación	Facilidad de ejecución	Tiempo de ejecución	Total
Mantenimiento Predictivo	2	2	2	1	7
TPM	1	1	1	1	4
RCM	1	1	1	1	4
No bueno = 0, bueno = 1, muy bueno = 2					
La ponderación y criterios fueron realizados por supervisor eléctrico, supervisor mecánico, supervisor de refrigeración					

Fuente: Elaboración propia

Como observamos en la tabla 5 de las alternativas de solución el mantenimiento centrado en fiabilidad (RCM) logró 4 puntos y no se consideró debido a que este mantenimiento tiene un enfoque del análisis en la funcionabilidad de los sistemas y subsistemas de los equipos, pero no analiza cada componente de los equipos que

es muy importante para detectar las fallas. Para el mantenimiento productivo total (TPM) logró 4 puntos no se consideró debido a que este mantenimiento tiene un enfoque en los factores que ocasionan desgastes en los equipos y no en las fallas en los equipos. El mantenimiento predictivo logró 7 puntos, siendo el más recomendable para la reducción de la tasa de fallas de los equipos críticos.

A través de la propuesta de mantenimiento predictivo se busca lograr minimizar las fallas para poder reducir las labores correctivas, en consecuencia, lograr el aumento de labores de mantenimiento preventivas, y minimizar el índice de tasa de falla planteado.

Tenemos como problema principal: ¿Cómo una propuesta de mantenimiento predictivo logra reducir la tasa de fallas en los equipos críticos de la empresa Refrigerados Fisholg e Hijos SAC?

Tenemos como problema específico 1: ¿Cómo con una propuesta de mantenimiento predictivo logra reducir la tasa de fallas mecánicas en equipos críticos de la empresa Refrigerados Fisholg & Hijos SAC?

Tenemos como problema específico 2: ¿Cómo con una propuesta de mantenimiento predictivo logramos reducir la tasa de fallas de mala prácticas de manipulación de los equipos en la empresa Refrigerados Fisholg e Hijos SAC?

Según(Lerma González 2009), La justificación nos da la importancia de realizar la investigación del tema elegido, nos ayuda a la resolución de las preguntas planteadas, esta importancia está dada a la necesidad de que los resultados concuerden con las prioridades de donde se desarrolla la investigación, sea país, región, localidad o empresa.

La justificación económica de este proyecto de investigación es evitar paradas innecesarias que afecten la producción, evitando el pago de horas perdidas de personal, reducir los costos por mantenimiento no programados, en consecuencia, se estima un beneficio económico de S/50000.00 soles anuales. Esta investigación tiene una justificación práctica, por la necesidad de reducir las labores correctivas, aumentar las labores preventivas, en consecuencia, lograr reducir la tasa de fallas proponiendo el mantenimiento predictivo de los equipos críticos. Esta investigación tiene una justificación metodológica, porque a través de investigaciones se utilizarán métodos como el mantenimiento predictivo para reducir la tasa de aparición de fallas.

El objetivo general es: Elaborar una propuesta de mantenimiento predictivo para la reducción de la tasa de fallas de los equipos críticos en la empresa Refrigerados Fisholg & Hijos SAC. Como objetivo específico 1 tenemos: Elaborar una propuesta de mantenimiento predictivo para reducir las fallas mecánicas de los equipos críticos de la empresa Refrigerados Fisholg & Hijos SAC. Como objetivo específico 2 tenemos: Elaborar una propuesta de mantenimiento predictivo para reducir fallas por mala manipulación de equipos en la empresa Refrigerados Fisholg e Hijos SAC.

## II. MARCO TEÓRICO

Según (Behera y Sahoo 2016), en su artículo de investigación, cuyo título; *Leverage of Multiple Predictive Maintenance Technologies in Root Cause Failure Analysis of Critical Machineries*, esta investigación tiene como objetivo abordar la aplicación de diferentes tecnologías y herramientas del mantenimiento predictivo, y como estas previenen fallas, en consecuencia, mejora la vida útil de los activos críticos en una empresa. Los instrumentos utilizados son los registros del monitoreo de los equipos,

Esta investigación tiene diseño experimental de tipo aplicativo donde su población son 3 máquinas: Compresor de PTM#19, PTM (Pot Tending Machine), ventilador de escape principal #301 de FTP y transportador de cintas de cable en minas de NALCO, no hubo muestra por ser igual a la población. Se tiene como resultados que la utilización de diferentes tecnologías para prácticas de mantenimiento predictivo como: Análisis sensorial, análisis de vibraciones, análisis de aceite, análisis acústico, monitoreo de temperatura, análisis de corriente, NDT, monitoreo de rendimiento aplicados de una manera conjunta ayudan a prevenir fallas, esto da como ventaja los diagnósticos de los problemas y así se pueda tomar decisiones firmes o retrasar las reparaciones. La conclusión de esta investigación fué demostrar a través de varios casos, cómo se utilizan diferentes herramientas de tecnología para detectar fallas y tener un mantenimiento predictivo eficaz. Esta investigación nos ayuda determinar cómo las diferentes tecnologías que se utilizan en el mantenimiento predictivo nos ayudan en la detección de fallas que generan un alto impacto en los equipos

Según (Aremu et al. 2018), en su artículo de investigación, cuyo título; *Structuring Data for Intelligent Predictive Maintenance in Asset Management*, tiene como objetivo implementar un estándar de práctica para el uso de datos de activos al desarrollar herramientas analíticas de aprendizaje automático para el mantenimiento predictivo, así mismo, lograr detectar la falla en un tiempo real de los activos críticos.

Esta investigación tiene un diseño experimental tipo aplicada, no hubo muestra por ser igual a la población. Se tiene como resultados un método standard para garantizar que los datos de los activos lleguen en una forma adecuada a los algoritmos de aprendizaje automático y así garantizar la retención de la

información durante la transformación de datos. Se concluye como la transferencia de datos reducido optimiza la información al detectar una falla en tiempo real, logrando un óptimo mantenimiento predictivo. Esta investigación nos ayuda a determinar cómo el mantenimiento predictivo a través de una buena transferencia de datos en el monitoreo real de la máquina es muy importante para un buen análisis de la falla.

Según(Jimenez, Bouhmala y Gausdal 2020), en su artículo de investigación, cuyo título; *Developing a predictive maintenance model for vessel machinery*, esta investigación tiene como objetivo desarrollar un inicio en la solución predictiva de mantenimiento, basada en un modelo de inteligencia artificial computacional utilizando datos de monitoreo en tiempo real en la industria naviera.

Esta investigación tiene un diseño experimental tipo aplicada, como población se tuvo un buque de una compañía naviera de Noruega, no hubo muestra por ser igual a la población, los instrumentos utilizados fueron registros de pruebas de aceite del motor principal. Se tiene como resultados que una mala calidad del aceite afecta el rendimiento del motor. Se concluye que, para implementar una solución de inteligencia artificial para el desarrollo eficaz del mantenimiento predictivo, se debe tener una mejor identificación de la criticidad de los activos, modos de falla y detección de fallas potenciales. Esta investigación nos ayuda a entender como el mantenimiento predictivo al aplicar técnicas de monitoreo y con una buena información de los registros, previene fallas en tiempo real.

Según (Wu, Huang y Sutherland 2020), en su artículo de investigación, cuyo título; *Avoiding Environmental Consequences of Equipamiento Failure vía an LSTM-Based Model for Predictive Maintenance*, tiene como objetivo evitar las consecuencias ambientales de la falla del equipo crítico, a través de un modelo basado en LSTM y detectar los fallos pendientes de un sistema de fabricación prediciendo su condición de salud futura para el mantenimiento predictivo.

Esta investigación tiene un diseño experimental tipo aplicada, como población se tiene 4 rodamiento colocados en un eje de un motor, no hubo muestra por ser igual a la población, los instrumentos utilizados fueron recopilación de datos de un acelerómetro de alta sensibilidad. Se tiene como resultados la extracción de 28 características de las señales de acelerómetro sin procesar con una precisión superior al 90 por ciento, y el verdadero estado de falla fue reconocido en un 100

por ciento. Se concluye que aplicando redes neuronales recurrentes RNN basado en memoria a corto plazo (LSTM) se detecta la avería de un sistema de fabricación y así predice su condición de salud futura para el mantenimiento predictivo. Esta investigación nos ayuda cómo a través del mantenimiento predictivo podemos detectar el fallo inicial de un sistema y poder determinar la condición de los equipos en servicio evitando daños, así mismo, estimar la programación de mantenimiento. Según (Ayvaz y Alpay 2021), en su artículo de investigación, cuyo título; *Predictive maintenance system for production lines in manufacturing: A machine learning approach using IOT data in real-time*, esta investigación tiene como objetivo detectar señales de posibles fallos antes de que ocurran mediante el uso de métodos de aprendizaje automático.

Esta investigación tiene un diseño experimental aplicada, como población se tiene una fábrica de productos para el cuidado personal y del hogar en Turquía, no hubo muestra por ser igual a la población. Los instrumentos utilizados fueron lecturas de datos de varios tipos de sensores que detectan movimiento, velocidad, peso, temperatura, corriente eléctrica, vacío y presión de aire, estos son utilizados en máquinas de la línea de producción. Se tiene como resultado que el mantenimiento predictivo tiene un gran éxito en la identificación de los indicadores de posibles fallas y ayuda a evitar que se produzcan algunas paradas de producción. Se concluye que el desarrollo de un sistema de mantenimiento predictivo basado en el aprendizaje automático para entornos de fabricación, utilizando datos del sistema de fabricación del mundo real, es muy útil para detectar a tiempo las fallas antes del error. En esta investigación vemos cómo los datos obtenidos de sensores de una máquina utilizada en una línea de producción nos ayudan acercarnos a las posibles fallas, notificando a los operadores a tiempo de manera que se puedan tomar medidas preventivas antes de una parada de producción.

Según (Paprocka, Kempa y Ćwikła 2020), en su artículo de investigación, cuyo título, *Predictive maintenance scheduling with failure rate described by truncated normal distribution*, esta investigación tiene como objetivo desarrollar un método estándar de estimación de parámetros de detección de fallas en los equipos críticos y así mejorar la eficiencia del mantenimiento predictivo.

Esta investigación tiene un diseño experimental tipo aplicada, cómo población se tiene una máquina utilizada en la línea de producción de engranajes de

dirección eléctricos, no hubo muestra por ser igual a la población, los instrumentos utilizados fueron los registros de fallas y tiempos sin fallas de los equipos de la línea. Se tiene como resultados la realización de tres programaciones predictivas para detectar tiempo libre de fallas del equipo crítico, así mismo lograr una planificación del mantenimiento. Se concluye que utilizando criterios de robustez de la solución y robustez de la calidad se puede presentar un método para evaluar los riesgos y planificación de la inspección técnica de máquinas con optimización para la planificación de tareas de producción basado en la teoría de la probabilidad. Esta investigación nos ayuda a realizar una planificación de mantenimiento predictivo para reducir las fallas en equipos críticos utilizando métodos probabilísticos, elegir criterio la robustez de la solución y confiabilidad de la calidad.

Según (Yam Cervantes, Pali Casanova y Zavala Loría 2019), en su artículo de investigación, cuyo título, *Aplicabilidad de la criticidad en el mantenimiento de equipos*, esta investigación tiene como objetivo implementar un plan de mantenimiento para la mejora de la producción reduciendo las fallas a través de las acciones de mantenimiento.

Esta investigación tiene un diseño experimental tipo aplicado. Como población se tuvo 4 equipos de una empresa (básculas mecánicas, malacates, tolvas y esterilizadores), no hubo muestra por ser igual a la población, los instrumentos utilizados fueron, los datos de ficha técnicas de equipos, hojas de vida, ordenes de trabajo, alarmas. Se tiene como resultado la clasificación de los mantenimientos según el análisis de criticidad de los 4 equipos, permitiendo la programación de las acciones en mediano, largo plazo para un óptimo funcionamiento de los equipos. Se concluye que a través de la matriz de criticidad se define un mantenimiento preventivo para básculas mecánicas y malacates; un mantenimiento predictivo para las tolvas y esterilizadores. Esta investigación nos aporta un análisis de criticidad utilizando la matriz de criticidad, donde los equipos de alta criticidad se aplica un mantenimiento predictivo.

Según (Rodas y Castrillón 2019), en su artículo de investigación, cuyo título, *Predicción de Fallos Mecánicos en Equipos de Envoltura*, esta investigación tiene

como objetivo pronosticar los fallos mecánicos en equipos críticos de envoltura para reducir labores correctivas y mejorar la planificación de labores preventivas.

Esta investigación tiene un diseño experimental tipo aplicado. Como población se tuvo una máquina envolvente modelo Rose, no hubo muestra por ser igual a la población, los instrumentos utilizados fueron datos históricos de reportes de mantenimientos correctivos mensuales por equipo. Se tiene como resultados la clasificación de datos de fallos, análisis de correlación de las fallas, análisis gráficos de las fallas y método de pronóstico aleatorio, se concluye lograr reducir los tiempos para las labores correctivas, así mismo, la planificación de los mantenimientos según las necesidades de los equipos evitando paradas innecesarias. Esta investigación nos ayuda a pronosticar las fallas según los datos de los reportes de mantenimientos correctivos, logrando una mejor intervención para las labores preventivas.

Según (Fonseca Junior et al. 2019), en su artículo de investigación, cuyo título, *Programa de gestión de mantenimiento a través de la implementación de herramientas predictivas y de TPM como contribución a la mejora de la eficiencia energética en plantas termoeléctricas*, esta investigación tiene como objetivo brindar un mantenimiento predictivo muy eficaz apoyado a través del uso de herramientas para control y medición de parámetros de equipos críticos de la planta.

Esta investigación tiene un diseño experimental tipo aplicada. Como población se tuvo 10 máquinas, operando a 13,8 kV, resultando valores nominales de potencia aparente de 20.795 MVA. Que sirven para la producción de energía de la empresa Electrobras Amazonas Energía en Brasil, no hubo muestra por ser igual a la población, los instrumentos utilizados son datos de análisis de eventos y alarmas, temperatura del aceite, existencia de agua en el aceite, contenido de metales en el aceite lubricante. Se tiene como resultado la reducción anual de los costos de mantenimiento correctivo, aumento del tiempo medio entre falla (MTBF) y reducción del tiempo medio de reparación (MTTR) en todas las áreas aplicadas. Se concluye como aplicando el mantenimiento predictivo apoyado con TPM identificando las fallas en los equipos críticos se disminuye los mantenimientos correctivos mejorando los indicadores de mantenimiento, evitando afectar a la empresa con paradas innecesarias, en consecuencia, la planta opera eficazmente con todas las condiciones seguras sin dañar las instalaciones y medio ambiente. Esta



investigación nos ayuda cómo a través de la implementación de herramientas de mantenimiento predictivo apoyado con TPM se contribuye a la reducción de fallas de equipos críticos en las diferentes industrias.

Según (Pesántez Huerta y Sarzosa C 2007), en su artículo de investigación, cuyo título, *Elaboración de un plan de mantenimiento predictivo y preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo de una empresa de camarón*, tiene objetivo elaborar un plan de mantenimiento predictivo y preventivo para los equipos críticos, así mismo lograr la reducción de fallas de estos equipos y un buen monitoreo de estos,

Esta investigación tiene un diseño experimental tipo aplicada, tuvo como población los equipos de una empresa de procesamiento de camarones, no hubo muestra por ser igual a la población, los instrumentos utilizados fueron los registros de operación, registros de fallas, matriz de criticidad, se tuvo como resultado la selección de los equipos críticos de la empresa que fueron, 4 compresores de pistón, 5 compresores de tornillo, 6 condensadores evaporativos y 2 estaciones de bombeo, se concluye que para poder aplicar un mantenimiento predictivo y preventivo es muy importante las elección de los equipos críticos de la empresa que afectan el sistema de producción, así mismo poder atacar las fallas de una manera más rápida y eficaz, este trabajo nos ayuda a través de un buen análisis de la matriz de criticidad se logra determinar los equipos críticos de la empresa que afectan la producción, así mismo orientar los mantenimientos a estos equipos.

Bases teóricas: Para la variable independiente tenemos

Mantenimiento predictivo: El mantenimiento predictivo debe anticipar cualquier fallo, con la finalidad de poder tomar de manera precisa y proactiva las actividades de mantenimiento (Okoh, Roy y Mehnen 2017). El mantenimiento predictivo y proactivo en la fabricación inteligente es de suma importancia para garantizar la eficiencia, la calidad del producto, la entrega a tiempo y un entorno de trabajo seguro (Schmidt y Wang 2018). La adquisición de datos, procesamiento datos, diagnósticos de datos, pronósticos, gestión de activos, factores humanos, optimización de mantenimiento y logística son pasos muy importante para un mantenimiento predictivo (Ton et al. 2020). El mantenimiento predictivo maximiza la vida útil y el tiempo de actividad de un componente simultáneamente (Lee et al. 2019),.

Análisis de vibraciones: Se utiliza para evaluar la vibración de motores y equipos dinámicos, siendo capaz de detectar si el equipo necesita alineación, equilibrio o intercambio de rodajes o partes (Fonseca Junior et al. 2019). El análisis de vibraciones empleando análisis modal en equipos mecánicos, nos da el tipo de frecuencias y las formas originales donde ocurren las vibraciones, estas muy importante porque nos permite tener conocimiento de las características de las vibraciones ocurridas en los equipos (Martínez García 2015).

Análisis de aceite: El análisis de aceite se utiliza para averiguar si existen metales en el aceite, empleando análisis por ferrografía se ubica contaminantes de hierro y cobre a través de la acción de un campo magnético (Fonseca Junior et al. 2019).

Termografía infrarroja: La termografía es una herramienta del mantenimiento predictivo, nos ayuda a detectar problemas existentes de un equipo, sea mecánico ó eléctrico, de la misma forma nos ayuda en el monitoreo de la temperatura sin tener que interrumpir el funcionamiento normal del equipo (Perez Henao, 2020). En la termografía se implementa una inspección rápida y sencilla que dan resultados en tiempo real, sin tener la necesidad de una parada de planta; igualmente no perjudica, no tiene contacto, tiene gran precisión en la toma de temperatura de las superficies (Gallardo Saavedra et al. 2017).

Dimensiones de la variable independiente

Disponibilidad: Un principio básico de un plan de mantenimiento, es conseguir el nivel máximo de disponibilidad de los equipos de una planta, Por lo tanto, disponibilidad es lograr una utilización ideal de los equipos cuando sean requeridos, esto se logra aplicando diferentes técnicas de mantenimiento (Cárcel Carrasco 2016). La disponibilidad de las máquinas es básicamente parte del tiempo activo durante el cual un equipo, máquina o sistema está completamente operativo o la producción real está en marcha (Kolte y Dabade 2017). Es maximizar la función de un equipo o sistema hasta que presenta una falla (Kumar, Jain y Gandhi 2018)

Tiempo promedio entre fallas (MTBF): Se utiliza fundamentalmente para el análisis de sistemas de producción, la mejora continua y el diseño. Por lo tanto, el MTBF es utilizado en prácticamente todos los métodos para evaluar analíticamente el rendimiento y otras métricas de rendimiento de los sistemas de producción y mantenimiento (Alavian et al. 2019). El MTBF es la medida del tiempo medio aritmético en el que el equipo ejecutará una tarea específica antes

de que ocurra una falla no planificada, por lo tanto, es una relación entre el tiempo total de operación entre el mantenimiento por año y el número de fallas por año. (Kaiser y A 2019)

Para la variable dependiente tenemos:

Tasa de fallas: Es el resultado del número de fallas de un equipos o sistema en un tiempo de funcionamiento determinado, estimar la tasa de falla inadecuada nos lleva a una evaluación incorrecta o inexacta de la disponibilidad, confiabilidad, MTTF y MTBF de los sistemas (Mortazavi, Mohamadi y Jouzdani 2018). Para tener un plan de mantenimiento óptimo es importante analizar las fallas, en consecuencia se necesita tener la tasa de fallas de un equipo en cualquier momento de su vida de servicio (Mago et al. 2014).

Falla: La norma ISO 14224:2016, define como un evento que impide un activo funcione para lo que es diseñado bajo condiciones establecidas, o a pesar de que funciona este activo no cumple satisfactoriamente, siendo poco fiable y representa un riesgo. Según (Arata Andreani 2009), existen fallas que pueden ser provocadas o propias de la máquina o sistema, cuando son provocadas implican un estudio de los hechos para poder hallar la solución a través de un control; cuando son propias del sistema o equipo se necesita el apoyo de una herramienta de ingeniería para lograr un análisis más complejo

AMEF: Según (Scheu et al. 2019), un AMEF ó FMEA es un procedimiento que tiene una lógica en la que participa una evaluación cualitativa de los riesgos, cuyo fin es evaluar los modos de fallas, causas y efectos de un proceso, equipo o sistema, complementándose con el análisis de criticidad. Análisis de modo y efectos de falla, es una técnica que se utiliza para determinar las partes críticas de un equipo o sistema (Hernández 2018).

Dimensiones de la variable dependiente

Análisis de criticidad: Es la calificación de dos cualidades; origen del fallo y el nivel crítico en que se impone el fallo.(Yam Cervantes, Pali Casanova y Zavala Loría 2019). Esta herramienta nos permite establecer las consecuencias e importancia de los acontecimientos de posibles fallos de los planes de producción del ámbito operacional que se desempeñan (Lee et al. 2019).

Fallas mecánicas: Son averías de una máquina causadas por una alta vibración, exceso de calor, desalineamiento de ejes, rodamientos, rozamientos entre componentes causadas por falta de lubricación (Sitko y Farhad 2020).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

Este informe de investigación fue de tipo aplicado. Para (Ñaupas et al. 2014), porque está dirigida en la resolución objetiva que afecta a las fases de producción, de los bienes y de los servicios; intervienen en distintas actividades humanas que se desarrollan en su fase de distribución de tipo industrial, comercial, servicios, infraestructura etc.

Este informe de investigación tuvo enfoque cuantitativo. Para (Ñaupas et al. 2014), porque existe una confianza en la medición de variables e instrumentos de investigación, analiza la recolección de datos para responder preguntas de investigación y probar hipótesis formuladas previamente.

Este informe de investigación tuvo un nivel explicativo. Para (Ñaupas et al. 2014), la investigación de nivel explicativo tiene como objetivo verificar las hipótesis causales o explicativas; explicar las causas de los hechos, eventos, procesos y fenómenos sociales o naturales.

El diseño del informe de investigación fue no experimental propositivo. Para (Hernández Sampieri, y otros, 2014), en un diseño no experimental no se produce una situación, no obstante, se observan situaciones ya existentes, que intencionalmente no son provocadas en la investigación por quien la elabora. En la investigación no experimental las variables independientes se dan y no se pueden manipularlas, no se pueden controlar directamente, ni influir en dichas variables, porque ya se realizaron, al igual que su consecuencia.

Para (Gonzales, 2020), una investigación diagnóstica o propositiva aparece como respuesta a un problema y, a través de la observación analiza una situación determinada dentro de un escenario y su contexto.

#### **3.2 Variables y operacionalización**

Actualmente la empresa clasifica sus equipos según su criticidad, determinando equipos de prioridad alta y equipos de prioridad baja. En la empresa se realiza una planificación del mantenimiento que es ejecutado según el registro histórico de fallas y mantenimientos, experiencia de los técnicos y manuales de equipos. Cuando las fallas afectan a los dispositivos eléctricos de los equipos, son consideradas fallas eléctricas; cuando las fallas afectan cualquier componente que

afectan el rendimiento de un equipo, son consideradas fallas mecánicas; cuando las fallas afectan a la infraestructura del equipo, son consideradas fallas de infraestructura, Así mismo, las fallas que afectan a los equipos críticos son ejecutadas inmediatamente, debido a que afectan al proceso, medio ambiente, seguridad del operador, inocuidad del producto, generan alto impacto en el costo del mantenimiento.

Variable independiente: Mantenimiento predictivo

Según (Behera y Sahoo 2016), en su investigación: *Leverage of Multiple Predictive Maintenance Technologies in Root Cause Failure Analysis of Critical Machineries*, define que el mantenimiento predictivo ayuda mediante la eliminación de interrupciones no programadas de la maquinaria/procesos, la optimización de los parámetros del proceso, la reducción de fallas, mejora de la fiabilidad y la productividad, a tener una industria más productiva que cumpla con la demanda y la satisfacción de los clientes.

El mantenimiento predictivo, nos permite detectar las fallas actuando en el momento indicado reduciendo costos y paradas innecesarias, aumentando la disponibilidad de los equipos

Tenemos como las dimensiones del mantenimiento predictivo

Disponibilidad: Según, (Lopez Prieto 2017) en su tesis: *Aplicación del mantenimiento preventivo en la línea de envasado para la mejora de la productividad en la empresa, Costagas Arequipa SA 2017* es el tiempo disponible que una máquina se encuentra en funcionamiento

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales de funcionamiento} - \text{Horas paradas por mantenimiento}}{\text{Horas totales de funcionamiento}} \times 100\%$$

Tiempo medio entre fallas (MTBF): Según (Lopez Prieto 2017), el MTBF es un indicador que nos muestra la frecuencia de averías, pérdidas y daños.

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{Número de averías}}$$

Variable dependiente: tasa de fallas en equipos críticos

Falla: Según (Aguilar Otero, Torres Arcique y Magaña Jiménez 2010), en una planta de proceso una falla es un riesgo potencial, debemos entender cómo se manifiesta, así mismo entender la falla en un equipo diseñamos métodos de solución. Existen estados de fallas que podemos determinar como estados de falla; “fault” es un estado de falla donde el activo no funciona y “failure” es un estado de falla donde el activo no cumple su función a la cual fue diseñada, no cumple con la necesidad deseada para el proceso, sin embargo, no deja de funcionar.

Análisis de Criticidad: Según (Parra Márquez y Crespo Márquez 2019a), permite establecer un procedimiento para una jerarquía de equipos, procesos y sistemas de una cadena de producción; se tiene como métodos de análisis de criticidad: Método del flujograma de análisis de criticidad (cualitativo), modelo de criticidad semicuantitativo CTR (criticidad total por riesgo), modelo de criticidad semicuantitativo MCR (matriz de criticidad por riesgo).

Para la presente investigación se utilizará el modelo de análisis de criticidad semicuantitativo, criticidad total por riesgo (CTR)

$CTR = FF \times C$	
CTR	Criticidad total de riesgo
FF	Frecuencia de fallos
C	Consecuencia

$C = (IO \times FO) + CM + SHA$	
IO	Impacto operacional
FO	Flexibilidad operacional
CM	Costos de mantenimiento
SHA	Impacto en seguridad, higiene y ambiente

Criticidad total por riesgo (CTR) = Frecuencia (FF) x Consecuencia (C)

Fallas mecánicas: Según (Martínez García 2015), las fallas mecánicas son todos defectos en las máquinas que producen alineación defectuosa, desequilibrio dinámico, transmisión en malas condiciones, rodajes en mal estado, marcha irregular o con discontinuidades, etc. Así mismo todo esto ocasiona, bajo rendimiento, alteración en la temperatura de funcionamiento, ruidos fuertes, variaciones en las vibraciones.

$$TFn\% = \frac{\text{Número de fallas mecánicas}}{\text{Número de examinados}}$$

### 3.3 Población, muestra y muestreo

#### Población

Según (Rengel Jiménez y Giler Giler 2018), es el total de número de unidades de la selección de la muestra aleatoria, donde puede ser conocida(finita) o desconocida(infinita).

Este informe de investigación tomará como población los registros de las labores de mantenimiento de los equipos y máquinas desde abril hasta agosto 2021, por lo que, se tomarán en cuenta los reportes de las labores de mantenimiento preventivo, correctivo, preventivo no programado y mejora.

Para(Mohammad Naghi 2002), en una población es necesario especificar lo que se va a incluir y excluir para el estudio de una población, dado que, esto nos va a permitir tomar un mejor muestreo al fijar un límite geográfico y de periodo.

El criterio de inclusión está dado en los 5 meses que se tomaron los datos pre-test de los equipos y máquinas que intervienen en el proceso productivo de pota y perico. Se excluyeron los días no laborables como feriados y domingos, debido a que no hay registro de labores de mantenimientos.

#### Muestra

Para extraer una muestra es necesario el aprendizaje previo del universo o población(Manyoma y Klinger A. 2006). Seleccionar una muestra nos permite hacer un estudio en el menor tiempo posible, se reducen los gastos por la disminución de los recursos a usar y nos permite tener mayor control de las variables a estudiar (Rengel Jiménez y Giler Giler 2018).

$$n = \frac{Z^2 \cdot \sigma^2 \cdot N}{e^2 \cdot (N-1) + Z^2 \cdot e^2}$$

Donde

Z= Nivel de confianza (95%, Z=1.96)

$\sigma$ = Desviación estándar típica ( $\sigma=0.50$ )

n= Muestra

N= Tamaño del universo

e= Error de estimación máximo aceptado (e= 0.03 ò 3%)

En el presente trabajo de investigación, la muestra está conformada por 108 datos obtenidos en la siguiente fórmula:



$$n = \frac{1.96^2 \times 0.5^2 \times 120}{0.03^2 \times (120 - 1) + 1.96^2 \times 0.5^2} = 107.96$$

Figura 3 Cálculo de la determinación de la muestra:

**Determinar el tamaño de la muestra**

Nivel de confianza:  i

Tamaño de la población:  i

proporción:  i

intervalo de confianza:  i

superior

bajar

Error estándar  i

Error estándar relativo  i

Tamaño de la muestra:  i

calcular

claro

Fuente: <https://www.abs.gov.au/websitedbs/D3310114.nsf/home/Sample+Size+Calculator>

Muestreo

En este informe de investigación no habrá muestreo, porque calculando el tamaño de la muestra a una confianza de 95%, un margen de error de 3% nos resultó 108 datos, en consecuencia, la población y muestra se aproximan.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de datos

Los instrumentos de medición de datos fueron brindados por formatos de la Universidad César Vallejo, han sido validados por juicio de expertos, teniendo como tales a nuestro asesor y 2 ingenieros industriales especializados (Anexo 2).

Los datos obtenidos en esta investigación son confiables, porque la información es obtenida de la empresa Refrigerados Fisholg, y serán utilizadas con propósito científico.

*Tabla 6: Técnicas de recolección de datos*

Variable	Técnica	Instrumento	Fuente de verificación
Mantenimiento Predictivo	Observación directa	Lista de verificación	Formato de registro semanal de la máquina
	Análisis documental	Formatos de mantenimientos	Registros diarios de labores de mantenimiento
Fallas en equipos críticos	Análisis documental	Formatos de mantenimientos	Registros diarios de labores de mantenimiento
	Encuesta	Formatos de encuestas	Personal de mantenimiento

*Elaboración: Propia*

Según (Rengel Jiménez y Giler Giler 2018), seleccionar y utilizar correctamente las técnicas de recolección de información depende de la calidad de datos, en

consecuencia, se facilita el planteo de conclusiones reales y decisiones para desarrollar la investigación

#### El instrumento de datos

Según (Rengel Jiménez y Giler Giler 2018), el instrumento es el modo utilizado por el investigador para la recolección y registro de la información, así mismo en la investigación se debe escoger el instrumento donde cumpla con los objetivos y deben tener validez, ser confiable y ser objetivo.

En este trabajo de investigación se utilizará la técnica de observación, análisis documental y encuesta

#### La Observación

Según (Ñaupas et al. 2014), para una buena observación se utiliza todos los sentidos, tacto, oído, olfato, pero principalmente la vista, a través de estos sentidos se obtiene un conocimiento de la realidad efectiva.

En la observación directa se llenarán los formatos de registros semanal de la máquina y formatos de registros de fallas de la máquina, así mismo serán llenados por el operador encargado.

#### Análisis documental

Según(Rengel Jiménez y Giler Giler 2018), para buen análisis de documentos se necesita de habilidades de subrayado, lectura, construcción de palabras claves, esquemas, diagramas, con la finalidad de realizar una buena conclusión que aporte a la investigación. En el análisis documental se utilizará los registros diarios de labores de mantenimiento.

#### Encuesta

Según (Caro et al. 2015), la encuesta son datos que se recolectan con la aplicación de cuestionarios a elementos de la población o cuando se selecciona una muestra. Se aplicará encuesta a los jefes de áreas para determinar el nivel de criticidad de los equipos.

### 3.5 Procedimientos

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la empresa industrial Refrigerados Fisholg e Hijos SAC, de exportación, procesamiento y congelamiento de especies marinas tales como: pota, perico, concha de abanico, jurel, caballa. Tiene en sus diversas presentaciones filete de pota fresca, filete de pota precocida, medallones, porciones de perico al vacío, entre otros. Su mayor mercado es Estados Unidos y China, siendo el perico y pota sus productos de mayor exportación. Es una empresa adecuada a la Ley de Sociedades Anónima Cerrada, de origen privado, tiene como Gerente General el Sr. Santos Genaro Olaya Veliz, que inicia sus operaciones en el año 2007, con registro único del contribuyente RUC: 20525512267, con domicilio fiscal en Av. los Diamantes Mz. C Lote. 02 Z.I. Zona Industrial Paita-Piura-Perú. Localizada al occidente de la costa Norte del Perú, siendo su máxima altitud de 3 metros sobre el nivel del mar, tiene como coordenadas 05°04'57" longitud oeste. Busca la orientación en el desarrollo sostenible, respetando el medio ambiente, las normas locales e internacionales, fomentando el progreso entre sus colaboradores y bienestar social.

Tiene como misión: “Llevar a nuestros consumidores productos hidrobiológicos congelados inocuos y de calidad, haciendo uso de nuestras instalaciones y mediante procesos diseñados para cumplir con exigencias en seguridad industrial, seguridad alimentaria, salud ocupacional y cuidado del medio ambiente”.

Tiene como visión: “Llegar a nuevos mercados con productos de valor agregado, diversificando la oferta exportable a varios niveles de demanda”.

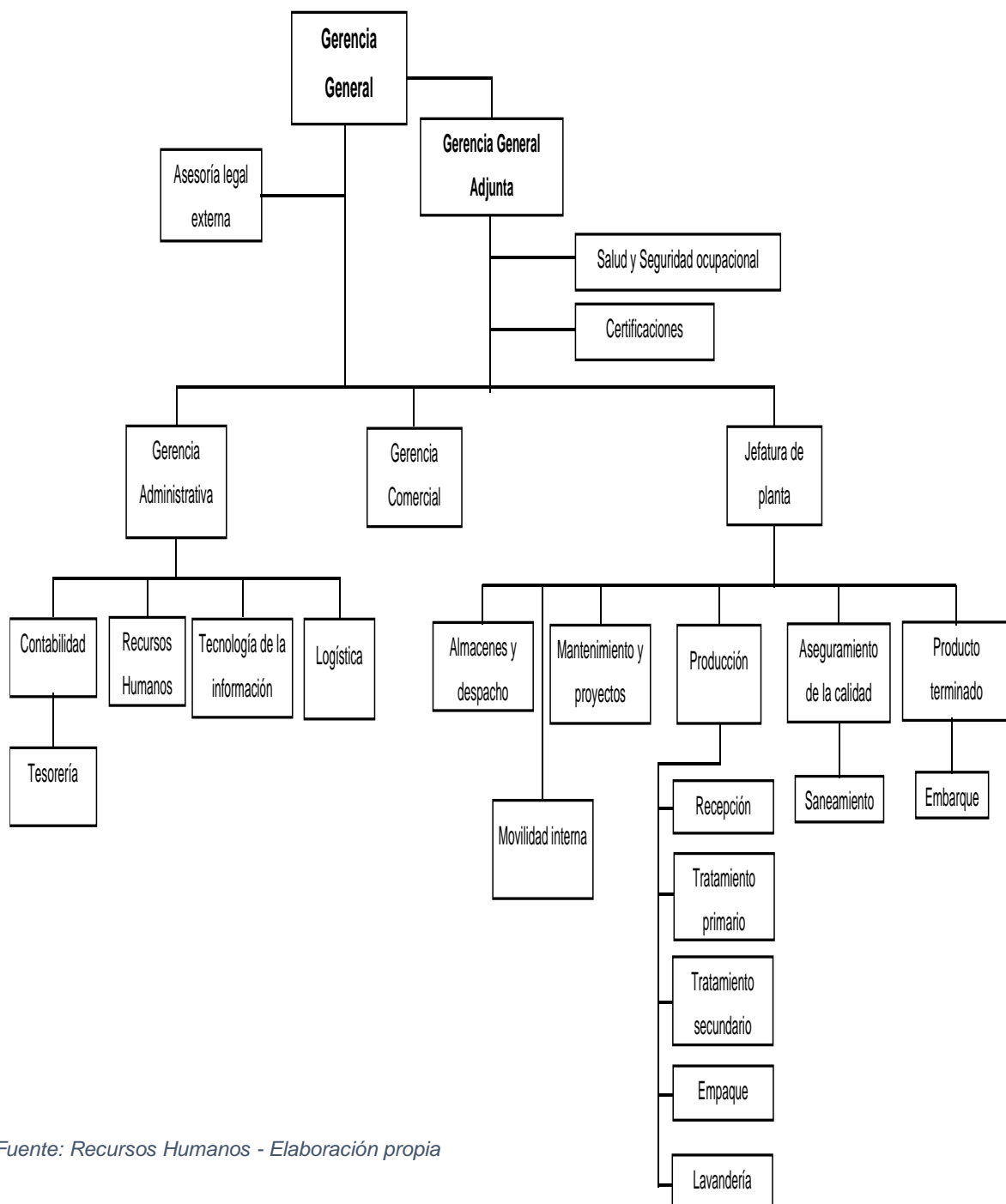
Tiene como valores:

- Honestidad
- Compromiso
- Responsabilidad
- Disciplina
- Respeto
- Solidaridad

Busca brindar a sus clientes productos de la más alta calidad e inocuidad, y tiempo requerido, mejorando sus procesos de transformación de la materia prima al producto terminado, para todo esto es muy importante utilizar equipos con la mejor confiabilidad y disponibilidad.

En la figura 4 observamos cómo está conformada la empresa mediante un organigrama.

Figura 4: Organigrama de la empresa

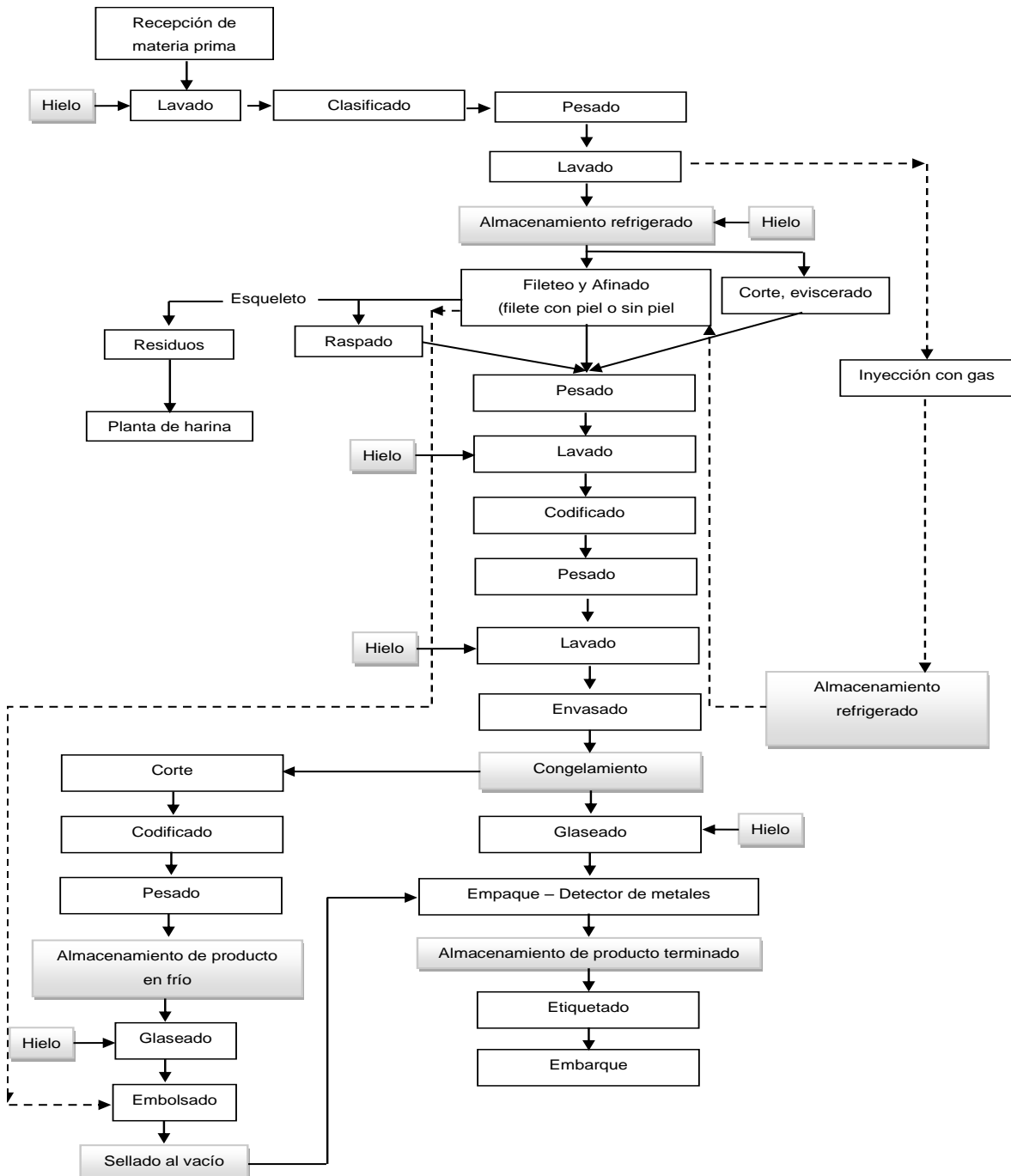


Fuente: Recursos Humanos - Elaboración propia

## Unidad de Análisis

En este trabajo de investigación se aplicará en los equipos que son utilizados en el proceso de pota y perico.

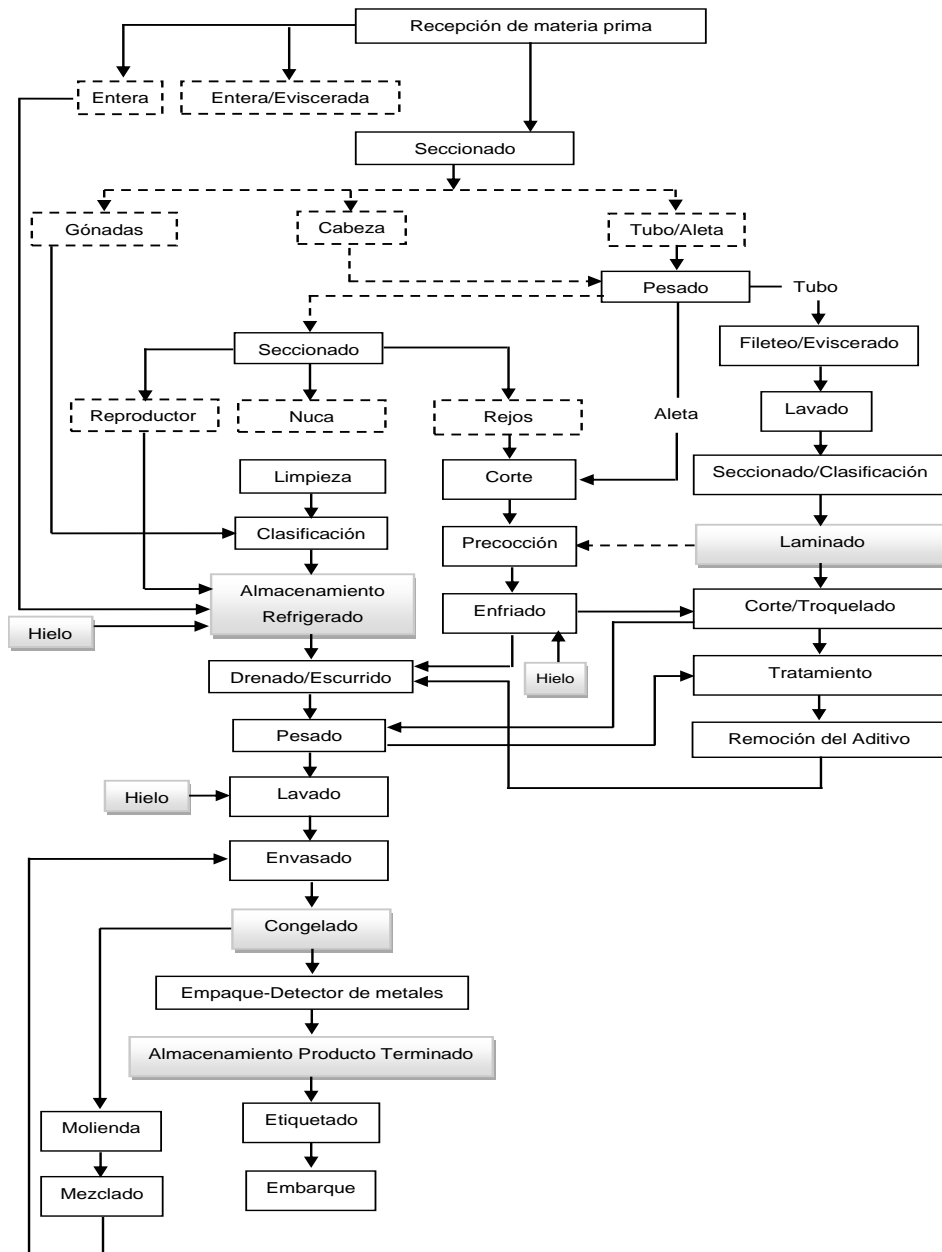
Figura 5: Diagrama de flujo de proceso de perico



Fuente: Jefatura de Aseguramiento de la Calidad – Elaboración propia

En la figura 5 observamos el diagrama de flujo del proceso de perico, así mismo en la parte sombreada se encuentran los equipos en donde se va a intervenir los equipos a través del mantenimiento predictivo.

Figura 6: Diagrama de flujo de proceso de pota



Fuente: Jefatura de Aseguramiento de la Calidad – Elaboración propia

En la figura 6 observamos el diagrama de flujo del proceso de pota, también en la parte sombreada se encuentras los equipos en donde se intervendrá los equipos a través del mantenimiento predictivo.

#### Selección de equipos críticos

Para seleccionar los equipos críticos que se utilizan en el proceso de pota y perico realizamos la distribución de la empresa en áreas y subáreas que a continuación se muestran en la tabla 7

*Tabla 7: Distribución de la empresa para el análisis de criticidad*

<b>Distribución de la empresa</b>	
Área	Subárea
Congelamiento	Túnel 1
	Túnel 2
	Túnel 3
	Túnel 4
	Congeladores de placas 1,2 y 3
Conservación	Cámara 1 y 2
	Cámara 3 y 4
	Equipo de climatización 1
	Equipo de climatización 2
Hielo	Productor de hielo
Producción	Laminado
	Corte
	Empaque
	Clasificado
	Etiquetado
	Cocción
Comercial	Embarque
Sistema de Energía	Sala de fuerza y transformación

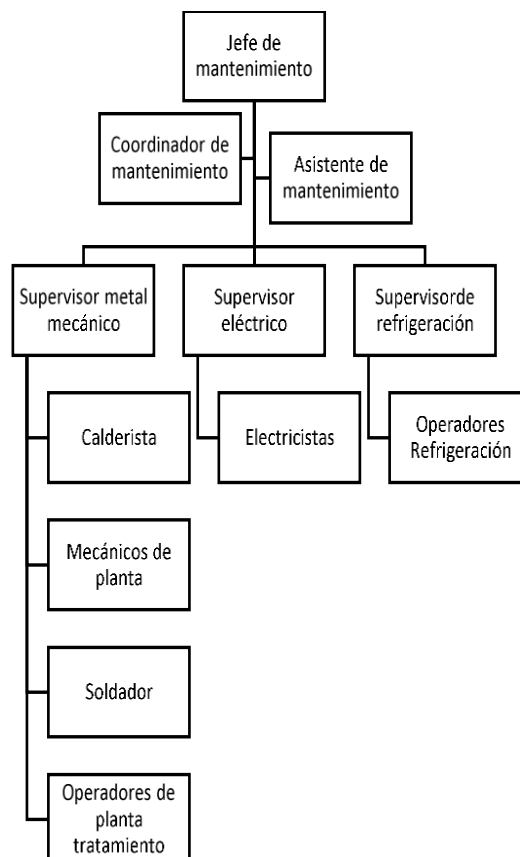


Sistema de Agua	Estación de bombeo
Lavandería	Lavado y secado de indumentaria

Fuente: Elaboración propia

Situación actual del área de mantenimiento: Actualmente el área de mantenimiento tiene como objetivo general asegurar la disponibilidad y operatividad de los activos de la empresa al menor costo posible, maximizando su eficiencia y eficacia durante su vida útil, minimizar la aparición de fallas en la maquinaria, evitando pérdidas en la producción por parada de maquinaria y/o planta. El área está conformada por 3 secciones que son: Refrigeración, electricidad y, metal mecánico, aunque también existen trabajos de mayor envergadura que son ejecutadas por contratistas. Las labores de mantenimiento se realizan de manera preventiva programada, preventiva no programada, correctiva, proyectos y mejora, sin embargo, la norma EN-UN 13306:2017, el mantenimiento no programado está considerado como un mantenimiento oportunista (correctivo diferido), el área de mantenimiento tiene como meta realizar el 80% labores preventivas programadas y una tasa de fallas como meta de 0.25%

Figura 8: Organigrama del área de mantenimiento



Fuente: Jefatura de mantenimiento - Elaboración propia

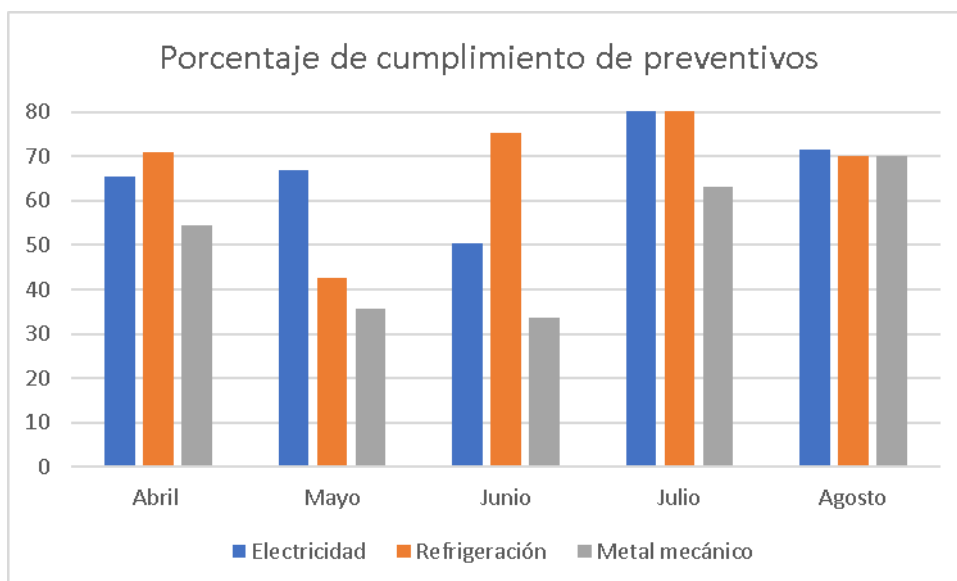
Tabla 8: Datos pres-test de % cumplimiento de labores preventivas por secciones

<b>Cumplimiento de labores preventivas ejecutadas %</b>				
Mes	Electricidad	Refrigeración	Metal mecánico	Promedio total
Abril	65,5	71	54,5	63,67
Mayo	66,9	42,5	35,8	48,40
Junio	50,4	75,4	33,6	53,13
Julio	82,6	87,1	63,1	77,60
Agosto	71,6	70	70,2	70,60

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8 observamos que las 3 secciones del área de mantenimiento tienen un promedio de labores preventivas ejecutadas en el mes de abril de 63.67%, mayo de 48.47%, junio 53.13%, julio 77.60% y agosto de 70.60%, esto refleja que no hay cumplimiento de la meta trazada de 80%, esto se debe a que constantemente los técnicos se encuentran ejecutando labores de mantenimiento correctivo de los equipos y, a otras labores no planificadas.

Figura 7: Datos pre-test de % de cumplimientos de preventivos por sección



Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Datos pre-test de labores de mantenimiento ejecutadas

Total de labores de mantenimiento ejecutadas (UND)						
Mes	Mant. Preventivo programado	Mant. Preventivo no programado	Mantenimiento correctivo	Proyectos	Mejoras	Total
Abril	179	127	89	19	56	470
Mayo	174	64	69	3	28	338
Junio	287	121	113	11	52	584
Julio	283	163	93	1	64	604
Agosto	286	210	104	15	73	688

Fuente: Elaboración propia

Como unidad de análisis se toma los datos de las labores de mantenimiento ejecutadas por los técnicos, por consiguiente, con estos datos se hace el cálculo de la tasa de falla que actualmente tiene el área de mantenimiento. En la tabla 9 se observa, de un total de 470 labores ejecutas en el mes de abril, 179 son labores preventivas lo que representa el cumplimiento del 63.67% de las labores programadas, en el mes de mayo 174 son labores preventivas lo que representa el cumplimiento de 40.80 % de labores programadas, en el mes de junio 287 son

labores preventivas lo que representa el 53.13% de labores programadas ,en el mes de julio 283 son labores preventivas lo que representa el 77.60% de labores programadas y en el mes de agosto 286 son labores preventivas lo que representa el 70.60 % de labores programadas. En efecto, no se ésta cumpliendo con la meta de 80%, a pesar de que, en el mes de julio y agosto hubo una ligera alza a causa de la baja en la producción por ausencia de ingreso de materia prima.

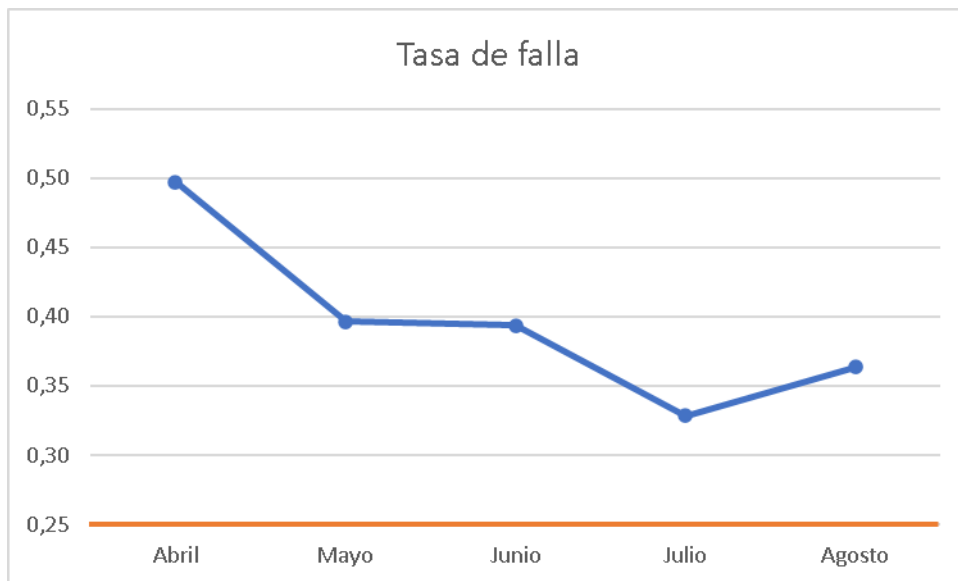
*Tabla 10: Datos pre-test de tasa de fallas de labores de mantenimiento*

<b>Tasa de fallas de labores de mantenimiento %</b>			
Mes	Mant. Preventivo programado	Mantenimiento correctivo	Tasa de falla
Abril	179	89	0.50
Mayo	174	69	0.40
Junio	287	113	0.39
Julio	283	93	0.33
Agosto	286	104	0.36

*Fuente: Elaboración propia*

En el área de mantenimiento se tiene como meta llegar al 25% de tasa de falla, en la tabla 10 se observa el índice de la tasa de fallas actual que existe en el área del mantenimiento, por lo tanto, nos muestra que no se está cumpliendo en alcanzar la meta, también se observa que la tasa de falla resulta de las labores de mantenimiento correctivo entre las labores de mantenimiento preventivo, así mismo, desde el mes de junio se aprecia un aumento de las labores preventivas, lo que se traduce a la reducción de la tasa de falla, esto es, a que se tiene más técnicos disponibles para la ejecución de labores preventivas debido a que hay equipos que no se utilizan por la reducción del ingreso de la materia prima.

Figura 8: Curva de tasa de fallas



Fuente: Elaboración propia

Datos pre-test para la variable independiente, estos datos están comprendidos desde el mes de abril hasta agosto.

Tabla 11: Datos pre-test de tiempo de labores de mantenimiento

Tiempo de Labores de mantenimiento ejecutadas de los equipos (HRS)						
Mes	Mant. Preventivo programado	Mant. Preventivo no programado	Mantenimiento correctivo (fallas)	Proyectos	Mejoras	Total
Abril	133,8	325,8	166,3	28,3	102,9	757
Mayo	274,8	173,3	207,5	12,0	97,3	765
Junio	255,4	259,9	193,5	48,3	157,8	915
Julio	288,0	313,3	153,1	2,6	220,6	978
Agosto	265,7	581,3	169,4	34,2	276,5	1327

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11 se observa el tiempo de cada una de las actividades de mantenimiento, así mismo, observamos que se destina gran tiempo en la ejecución de labores en mantenimiento preventivo no programado a causa de que, cuando hay una disminución en el ingreso de materia prima para el proceso los técnicos corrigen pequeñas averías que son tomadas como tal mantenimiento a la hora de ejecutar las labores, aunque la norma UNE-EN 13306:2017 lo divide en mantenimiento correctivo inmediato[7.11] y mantenimiento oportunista[7.13]

Tabla 12: Datos pre-test de disponibilidad

Disponibilidad %					
Mes	Horas de funcionamiento	Horas paradas por mantenimiento (fallas)	Total Disponibilidad	$D = \frac{\text{Horas totales de funcionamiento} - \text{Horas paradas por mantenimiento}}{\text{Horas totales de funcionamiento}} \times 100$	
Abril	757	166	78,04		
Mayo	765	208	72,87		
Junio	915	193	78,85		
Julio	978	153	84,34		
Agosto	1327	169	87,23		

Fuente: Elaboración propia

Actualmente el área de mantenimiento tiene como meta el 90% de disponibilidad. En la tabla 12 observamos que no se está cumpliendo con la meta; por tanto, en el mes de abril se tiene 78.04%, en el mes de mayo 72.87%, en el mes de junio 78.85%, para los meses de julio y agosto existe un ligero aumento de la disponibilidad, dado que, se utilizaron menos equipos en el proceso productivo a causa de una disminución en el ingreso de materia prima, dicho en lo anterior, en el mes de julio se tiene una disponibilidad de 84.34% y en el mes de agosto de 87.23%.

Tabla 13: Datos pre-test de tiempo promedio entre fallas

Tiempo promedio entre fallas (HRS)			
Mes	Horas de funcionamiento	Número de Averías	Total MTBF
Abril	757	166	4,6
Mayo	765	208	3,7
Junio	915	193	4,7
Julio	978	153	6,4
Agosto	1327	169	7,9
Promedio	948,4	177,8	5,44

$$\frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{Número de averías}}$$

Fuente: Elaboración propia

Actualmente el área de mantenimiento tiene como meta del tiempo promedio entre fallas horas. En la tabla 13 observamos que en los meses de abril, mayo, junio y julio el MTBF tiene como promedio 5,44 horas lo que nos indica que en promedio tenemos 2 fallas por día.

#### Análisis de criticidad

En este informe de investigación se ha seleccionado los equipos que intervienen en el proceso productivo de pota y perico, del maestro de maquinaria MN-DI-01, anexo 04.

Tabla 14: Criterios para la ponderación de análisis de criticidad

Criterios para determinar la Criticidad	Ponderación
Frecuencia de falla (FF):	

Mayor a 4 fallas al mes	4
2-4 fallas al mes	3
1-2 fallas al mes	2
Mínimo 1 fallas al mes	1
Consecuencia (C):	
Impacto operacional (IO)	
Parada inmediata de toda la empresa	10
Parada de toda la planta (recuperación en otras plantas)	8
Impacto en los niveles de producción, inocuidad y calidad	6
Repercute en costos operacionales adicionales (indisponibilidad)	3
No genera ningún efecto o impacto significativo sobre las demás operaciones	1
Flexibilidad operacional (FO)	
No existe opción de producción y no hay forma de recuperarlo	5
Hay opción de producción a la capacidad mínima permisible	4
Hay opción de repuesto compartido	3
Función de repuesto disponible	1
Costos de mantenimiento (CM)	
Mayor o igual a \$3000,00	2
Menor a \$3000,00	1
Impacto en la seguridad ambiental y humana (SHA):	
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna	8
Afecta el ambiente produciendo daños irreversibles	6
Afecta las instalaciones o personas causando daños severos	4

*Fuente: (Parra Márquez y Crespo Márquez 2019b) - Elaboración propia*

El análisis de criticidad es una técnica que se utiliza para establecer valores que representan las frecuencias de fallos y sus consecuencias, ambas son tomadas para la realización de la matriz de criticidad que está elaborada con códigos de colores que nos permiten observar del menor al mayor riesgo o criticidad de los equipos, sistemas o instalaciones de una empresa (Daquinta-Gradaille et al. 2018). Los equipos serán evaluados mediante la ponderación, esta será dada por el jefe de planta, jefe de aseguramiento de la calidad, jefe de mantenimiento y jefe de producción y coordinador de mantenimiento de la empresa. En la tabla 14 se muestra la ponderación para el análisis de criticidad.



## Fallas mecánicas

Tabla 15: Datos pre-test de porcentaje de fallas mecánicas

Fallas mecánicas			
Mes	Fallas mecánicas	Total de mantenimiento correctivo	Total de fallas mecánicas
Abril	43	89	48.31%
Mayo	35	69	50.72%
Junio	60	113	53.10%
Julio	56	93	60.22%
Agosto	55	104	52.88%
Promedio	49.8	93.6	53.04%

$$TFn\% = \frac{\text{Número de fallas mecánicas}}{\text{Número de examinados}}$$

Fuente: Elaboración propia

Para el estudio de esta investigación se tomaron los datos de las labores de mantenimiento correctivo, específicamente las fallas mecánicas, por lo tanto, observamos en la tabla 15 que las fallas mecánicas representan un promedio del 53.04 % del total de labores correctivas.

### Aplicación de la propuesta

Mediante el mantenimiento predictivo se garantiza el tiempo y la preparación del mantenimiento (personal, repuestos, etc), de manera que, se planifica de manera cómoda y flexible las actividades, evitando intervención oportuna y logrando una disminución los costos (Wu, Huang y Sutherland 2020).

En esta investigación mediante la propuesta de mantenimiento predictivo, se toma como referencia parte del diagrama de flujo de la norma ISO 17359:2018, y se busca plantear una opción diferente de mantenimiento, manifestando que, se alcanzaran mejoras en el corto, en el mediano y en el largo plazo a lo que se tiene actualmente en el área, así mismo, lograr la optimización de los recursos destinadas a las labores de mantenimiento.

Tabla 16: Causas de alta tasa de fallas

<b>Causas que originan una alta tasa de fallas en los equipos</b>		<b>Área</b>
1	Falta de lubricación	Mantenimiento
2	Falla en los rodamientos	
3	Alta temperatura de equipos	
4	Fallas en los ejes	
5	Vibración	
6	Ruidos fuertes	
7	Mala ejecución de las labores preventivas	
8	Inestabilidad en la línea de alimentación de voltaje	
9	Falta de ventilación de sala de máquinas	
10	Alta temperatura de sala de máquinas	
11	Falta de orden y limpieza	Gestión
12	Falta de capacitación de los técnicos de mantenimiento	
13	Falta de compromiso de los técnicos	
14	Fallos en el software	Procesos
15	Desviación para ejecución de labores de mantenimiento correctivo de infraestructuras	
16	Desviación para ejecución de labores de mantenimiento correctivo del sistema de agua	
17	Desviación para ejecución de labores de mantenimiento correctivo de observaciones de calidad	
18	Demora en la entrega de materiales de parte de logística	

En la tabla  
16

Fuente: *Elaboración propia* observamos que, del total de 18 causas que repercuten en la alta tasa de fallas de los equipos, 10 pertenecen a mantenimiento, mediante la propuesta se busca minimizar estas causas.

Tabla 17: Propuesta de metodología a utilizar

<b>Causas que originan una alta tasa de fallas en los equipos</b>
---

Ítem	Descripción	Metodología para utilizar
1	Falta de lubricación	Mantenimiento predictivo
2	Falla en los rodamientos	
3	Alta temperatura de equipos	
4	Fallas en los ejes	
5	Vibración	
6	Ruido fuerte	
7	Mala ejecución de las labores preventivas	
8	Inestabilidad en la línea de alimentación de voltaje	
9	Falta de ventilación de sala de máquinas	
10	Alta temperatura de sala de máquinas	

Fuente: *Elaboración propia*

Como se puede observar en la tabla 17 se propone a utilizar la metodología del mantenimiento predictivo en la empresa Refrigerados Fisholg & Hijos SAC 2021 siguiendo los siguientes pasos:

- Selección de los equipos que intervienen en el proceso productivo de la empresa.
- Evaluación de riesgos semi cuantitativo de los equipos para el proceso productivo de pota y perico, mediante encuesta a jefes de área.
- Realizar la matriz de criticidad, determinando los equipos críticos de la empresa con los resultados obtenidos de la encuesta.
- Seleccionar las fallas más comunes de los equipos críticos.
- Decidir que se desea monitorear en el equipo crítico.
- Establecer las técnicas de mantenimiento predictivo a utilizar.
- Establecer los equipos predictivos a utilizar.
- Elaboración de un cronograma de frecuencia de monitoreo.
- Elaboración de cronograma de capacitación.

1. Selección de los equipos que intervienen en el proceso productivo de pota y perico.

Tabla 18: Selección de equipos para análisis de criticidad

Equipos de la empresa			
Área	Subárea	Equipo	Cantidad
Congelamiento	Tunel1	Compresores de Tornillo	1
		Unidad de evaporación	1
		Unidad de Líquido y expansión	1
		Unidad de condensación	1
	Tunel2	Compresores de Tornillo	1
		Unidad de evaporación	1
		Unidad de Líquido y expansión	1
		Unidad de condensación	1
	Tunel3	Compresores de Tornillo	1
		Unidad de Líquido y expansión	1
		Unidad de evaporación	1
		Unidad de condensación	1
	Tunel4	Compresores de Tornillo	1
		Unidad de Líquido y expansión	1
		Unidad de evaporación	1
		Unidad de condensación	1
Congeladores de placas 1,2 y 3	Compresores de Tornillo	2	
	Unidad de Líquido y expansión	3	
	Unidad de evaporación	3	
	Unidad de condensación	2	
Conservación	Cámara 1 y 2	Compresores de Tornillo	1
		Compresores de pistón	1
		Unidad de evaporación	4
		Unidad de Líquido y expansión	1
		Unidad de condensación	1
	Cámara 3y 4	Compresores de Tornillo	2
		Compresores de pistón	0
		Unidad de evaporación	5
		Unidad de condensación	2
		Unidad de Líquido y expansión	1
	Equipo de climatización 1	Compresores de Tornillo	1
		Compresores de pistón	0
		Unidad de evaporación	8
		Unidad de condensación	2
		Unidad de Líquido y expansión	8
	Equipo de climatización 2	Compresores de Tornillo	2
Compresores de pistón		0	
Unidad de evaporación		1	
Unidad de condensación		1	
Unidad de Líquido y expansión		1	

**Equipos de la empresa**

Área	Subárea	Equipo	Cantidad
Hielo	Productor de hielo	Compresores de Tornillo	0
		Compresores de pistón	2
		Unidad de evaporación	1
		Unidad de condensación	2
		Unidad de Líquido y expansión	1
Producción	Laminado	Peladoras de pota INOX	6
		Máquina cortadora de rabas	1
		Cortadora de rejos acero INOX	1
		Cortadora de rejos diagonal de rejos	1
		Tenderizadora Horizontal	1
	Corte	Porcionadora I-CUT 130	1
		Cortadora eléctrica vertical	3
	Empaque	Termoformadora envasadora Multivac	1
		Empacadoras al vacío doble campana	3
		Selladoras de bolsas de pedal	8
		Selladoras de bolsas continuas	5
	Clasificado	Clasificadora Marel	1
		Clasificadora Targebatcher-Marel A127064	1
		Detector de metales Mettler Toledo-Safeline	1
	Etiquetado	Codificadoras Videojet	3
	Cocción	Caldero pirotubular horizontal 400BHP de 3 pases	1
		Winche eléctrico 1 TN	1
Winche eléctrico 2 TN		1	
Comercial	Embarque	Apiladores	3
		Montacarga	2
Sistema de Energía	Sala de fuerza y transformación	Transformador 440/220V- 800 KW	1
		Transformador 440V-2000 KVA	1
		Generador eléctrico	1
		Sistema de protección recloser	1
		Banco de condensadores	3
		Seccionadores de potencia	2
		Transformix	1
Sistema de Agua	Estación de bombeo	Bomba dosificadora de cloro	1
		Bomba de agua tanque elevado	2
Lavandería	Lavado y secado de indumentaria	Secadora Industrial	1
		Lavadora industrial	1

Fuente: Elaboración propia

Como primer paso se hace la selección de equipos que intervienen en el proceso productivo de pota y perico, como se observa en la tabla 18 se ha seleccionado 76

equipos que están ubicados en las subáreas, utilizados para el proceso productivo de cada área, de igual modo, estos equipos han sido seleccionados del maestro de maquinarias de la empresa MN-DI-01.

2. Encuesta de evaluación de riesgos de equipos semi cuantitativa de equipos para el proceso productivo de pota y perico.

Tabla 19: Formato para encuesta de ponderación para análisis de criticidad

<b>Análisis de evaluación de riesgo de equipos de interior y exterior para el proceso de producto</b>					
<b>Equipo</b>	<b>Frecuencia de falla</b>	<b>Impacto operacional</b>	<b>Flexibilidad operacional</b>	<b>Costos de mantenimiento</b>	<b>Impacto en la seguridad ambiental y humana</b>
Empacadoras al vacío doble campana					
Selladoras de bolsas de pedal					
Selladoras de bolsas continuas					
Clasificadora Marel					
Codificadoras Videojet 1,2 y 3					
Detector de metales Mettler Toledo-Safeline					
Clasificadora Targebatcher- Marel A127064					
Caldero pirotubular horizontal 400BHP de 3 pases					
Compresor de aire Kaiser					
Transformador 440/220V- 800 KW					
Transformador 440V-2000 KVA					
Generador eléctrico					
Sistema de protección recloser					
Banco de condensadores					
Seccionadores de potencia					
Transformix					
Bomba dosificadora de cloro					
Bomba de agua tanque elevado					
Montacargas eléctricos					
Apiladores eléctricos					
Secadora industrial					
Lavadora industrial					
Cámaras de conservación 1,2,3 y 4					
Cámara de almacenamiento de media temperatura					
Equipo de climatización 1y 2					
Túnel de congelamiento estático 1,2,3 y 4					
<b>Análisis de evaluación de riesgo de equipos de interior y exterior para el proceso de producto</b>					

Equipo	Frecuencia de falla	Impacto operacional	Flexibilidad operacional	Costos de mantenimiento	Impacto en la seguridad ambiental y humana
Cámaras de conservación 1,2,3 y 4					
Cámara de almacenamiento de media temperatura					
Equipo de climatización 1y 2					
Túnel de congelamiento estático 1,2,3 y 4					
Congeladores de placa 1,2 y 3					
Peladoras de pota INOX 1,2,3,4,5 y 6					
Máquina cortadora de rabas					
Cortadora de rejos acero INOX					
Cortadora de rejos diagonal de rejos					
Tenderizadora Horizontal					
Porcionadora I-CUT 130					
Cortadora eléctrica vertical					
Termoformadora envasadora Multivac					
Congeladores de placa 1,2 y 3					
Peladoras de pota INOX 1,2,3,4,5 y 6					
Máquina cortadora de rabas					
Cortadora de rejos acero INOX					

Fuente: *Elaboración propia*

Como define (Yam Cervantes, Pali Casanova y Zavala Loría 2019), la cuantificación de los componente de frecuencia de fallos y consecuencia son de condición cuantitativa, del mismo modo, tienen una parte cualitativa (Visual), pues también intervienen la experiencia de los involucrados en la operación equipos y del proceso. Para obtener los datos del análisis de criticidad se ha elaborado un formato de encuesta como se observa en la tabla 19, así mismo, ha sido aplicada a los jefes de áreas de la empresa, de igual modo, llenada con el criterio ponderación (Anexo 4) que se muestra en la tabla 14.

Tabla 20: Selección de equipos críticos

<b>Evaluación de criticidad de equipos</b>
--

Equipos	Frecuencia	Consecuencia	Criticidad	
Detector de metales Mettler Toledo-Safeline	1	12	12	<b>Baja (6-20)</b>
Clasificadora Targebatcher- Marel A127064	1	16	16	
Cortadora de rejos acero INOX	1	17	17	
Cortadora de rejos diagonal de rejos	1	17	17	
Cámara de almacenamiento de media temperatura	1	18	18	
Cámaras de conservación 1,2,3 y 4	1	19	19	
Equipo de climatización 1y 2	1	19	19	
Banco de condensadores	1	25	25	<b>Media (21-60)</b>
Codificadoras Videojet 1,2 y 3	2	13	26	
Clasificadora Marel	1	27	27	
Compresor de aire Kaiser	1	30	30	
Lavadora industrial	2	15	30	
Secadora Industrial	2	15	30	
Selladoras de bolsas continuas	2	15	30	
Porcionadora I-CUT 130	1	31	31	
Cortadora eléctrica vertical	2	19	38	
Sistema de protección recloser	1	38	38	
Generador eléctrico	1	39	39	
Selladoras de bolsas de pedal	3	13	39	
Caldero pirotubular horizontal 400BHP de 3 pases	1	41	41	
Seccionadores de potencia	1	41	41	
Transformix	1	41	41	
Bomba de agua tanque elevado	2	21	42	
Bomba dosificadora de cloro	2	24	48	
Transformador 440/220V- 800 KW	1	52	52	
Transformador 440V-2000 KVA	1	52	52	
Empacadoras al vacío doble campana	2	27	54	
Termoformadora envasadora Multivac	2	31	62	<b>Alta (61-240)</b>
Congeladores de placa 1,2 y 3	2	34	68	
Apiladores Eléctricos	3	23	69	
Montacargas Eléctrico	3	23	69	
Túnel de congelamiento estático 1,2,3 y 4	2	35	70	
Peladoras de papa INOX 1,2,3,4,5 y 6	3	26	78	

Fuente: Elaboración propia

### 3. Realizar matriz de criticidad



Tabla 21: Matriz de criticidad

4						
3						
2	<b>BAJA</b>		<b>MEDIA</b>		<b>ALTA</b>	
1						
	(6-10)	(11-20)	(21-30)	(31-41)	(41-50)	(51-60)

Fuente: Elaboración propia

Luego de la aplicación de la encuesta y de la ponderación dada por la jefatura de planta, jefatura de mantenimiento, jefatura de producción, coordinador de mantenimiento y proyectos, y gerencia general adjunta, anexo 5. Se han obtenido los resultados promedios que se observa en la tabla 20. Estos resultados de la evaluación se aplican en la matriz de criticidad de la tabla 21, por lo tanto, se obtiene los resultados de criticidad baja, media y alta.

Tabla 22: Resultados de análisis de criticidad

<b>Equipos críticos del proceso productivo de pota y perico</b>		
<b>Equipo</b>	<b>Criticidad</b>	
Túnel de congelamiento estático 1,2,3 y 4	Alta	
Congeladores de placa 1,2 y 3	Alta	
Peladoras de pota INOX 1,2,3,4,5 y 6	Alta	
Termoformadora envasadora Multivac	Alta	
Montacargas Eléctrico	Alta	
Apiladores Eléctricos	Alta	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22 se observa los equipos críticos del proceso productivo de pota y perico, de donde resulta que, el área de congelación tiene los equipos de las subáreas de túnel 1,2,3,4 y congeladores de placas 1,2,3; en el área de producción de la subárea de laminado tiene los equipos peladoras de pota inoxidable 1,2,3,4,5,6, en la subárea de empaque que tiene el equipo termoformadora envasadora marca Multivac, finalmente, en el área comercial de la subárea de embarque resultó los equipos montacarga eléctrico y apiladores eléctricos.

#### 4. Seleccionar las fallas más comunes de los equipos críticos.

Tabla 23: Fallas de los equipos críticos

Equipo	Falla
Apilador eléctrico Crown ESR- 5240 - 9.45 m	Falla, bloqueo de quipo apilador Crown ERS-5240
	Falla en pedal
Apilador eléctrico Crown RR-5700 - 6.00 m	Falla de rueda
	Desmontaje de rueda para reajuste
	Avería de dispositivos de iluminación, claxon y circulina
Apilador eléctrico Crown RR5700s - 9.29 m	Cambio de rodamientos y ejes a ruedas desplazamiento -apilador Crown nº 1 empaque
	Falla pedal en marcha de equipo
	Fallas de pedales de freno
	Falla en rodaje de mástín de elevación
Congeladores de placas	Rotura de dos mangueras a congelador de placas #2
	Rotura de sello mecánico a bomba de aceite, por fuga
	Cambio de parada de emergencia tablero de control compresor n2
	Cambio de brida de pistón por rotura placa 3
	Cables pelados de tablero principal placa 1
Montacarga eléctrico Crown SC-5200	Cambio de llantas
	Avería de dispositivos de iluminación, claxon y circulina
	Avería de enconder de dirección
Peladora de pota Inox 1	Rotura de rodaje de polín de faja transportadora
	Falla de rodamientos y retenes a polea motriz
	Rotura de pulsador de paro no luminoso.
	Cambio de rodamientos de faja transportadora
	Desgaste de fajas de transmisión
Peladora de pota Inox 2	Falla de rodajes y retenes.
	Falla de rodajes
	Atascamiento de rodillos de compresión por suciedad
Peladora de pota Inox 3	Desgastes de ejes
	Avería de rodajes y retenes
	Rotura de guarda de poleas
	Falla de regulación en el sistema de corte
	Cambio de block de contacto en pulsador de paro
	Cambio de base block

Equipo	Falla
Peladora de pota Inox 4	Falla de fajas de transmisión desgastadas.

	Falla de rodajes y retenes a polea conductora.
	Cambio de block de contacto en pulsador de paro
Peladora de pota Inox 5	Falla de rodamientos
	Falla de fajas de transmisión desgastadas.
	Falla de fajas de transmisión desgastadas.
	Falla de Alineación de faja
	Falla de Rotura de eje
	Desgaste de tubo lubricador de guiador
	Rotura de rodaje axial
	Lijado y pintado de reductor de peladora de pota 5
Peladora de pota Inox 6 - Tecmaquin	Falla de fajas de transmisión desgastadas.
Túnel 1	Drenado y despresurizado del sistema
	Rotura de tubería flexible de línea de descarga
Túnel 2	Fallo de módulo de control
	Avería de tubo led e instalación.
	Rotura de contacto y hermetizado de caja de paso.
	Desgaste de cerrojo de puerta de túnel 2
Túnel 3	Rotura se sensor de temperatura de ambiente
	Avería de sensor de temperatura de ambiente
Túnel 4	Falla de manómetro de presión de aceite
	tubos led quemados

5. Decidir que se desea monitorear en el equipo crítico.

Equipo, falla, condición

Tabla 24.: Condición para el monitoreo del equipo crítico

Equipo	Falla	Condición que monitorear
Apilador eléctrico Crown ESR- 5240 - 9.45 m	Falla, bloqueo de quipo apilador Crown ERS-5240	Características eléctricas de funcionamiento
	Falla en pedal	Sónico
Apilador eléctrico Crown RR-5700 - 6.00 m	Falla de rueda	Sónico
	Falla de rueda para reajuste	Sónico
	Avería de dispositivos de iluminación, claxon y circulina	Características eléctricas de funcionamiento
Apilador eléctrico Crown RR5700s - 9.29 m	Cambio de rodamientos y ejes a ruedas desplazamiento -apilador Crown nº 1 empaque	Sónica
	Falla pedal en marcha de equipo	Sónica
	Fallas de pedales de freno	Sónica
	Falla en rodaje de mástín de elevación	Sónica
Congeladores de placas	Rotura de dos mangueras a congelador de placas #2	Presión
	Rotura de sello mecánico a bomba de aceite, por fuga	Flujo
	Cambio de parada de emergencia tablero de control compresor n2	Características eléctricas de funcionamiento
	Cambio de brida de pistón por rotura placa 3	Sónica
	Cables pelados de tablero principal placa 1	Características eléctricas de funcionamiento
Montacarga eléctrico Crown SC-5200	Cambio de llantas	Sónica
	Avería de dispositivos de iluminación, claxon y circulina	Características eléctricas de funcionamiento
	Avería de enconder de dirección	Sónica
Peladora de pota Inox 1	Rotura de rodaje de polín de faja transportadora	Sónica
	Falla de rodamientos y retenes a polea motriz	Vibración
	Rotura de pulsador de paro no luminoso.	Vibración
	Cambio de rodamientos de faja transportadora	Vibración
	Desgaste de fajas de transmisión	vibración
Peladora de pota Inox 2	Falla de rodajes y retenes.	Vibración
	Falla de rodajes	Vibración
	Atascamiento de rodillos de compresión por suciedad	Sónica
Peladora de pota Inox 3	Desgastes de ejes	Vibración
	Avería de rodajes y retenes	Vibración
	Rotura de guarda de poleas	Sónica
	Falla de regulación en el sistema de corte	Sónica
	Cambio de block de contacto en pulsador de paro	Sónica
	Cambio de base block	Sónica

Equipo	Falla	Condición que monitorear
Peladora de pota Inox 4	Rotura de guarda de poleas	Sónica
	Falla de regulación en el sistema de corte	Sónica
	Cambio de block de contacto en pulsador de paro	Sónica
Peladora de pota Inox 5	Cambio de base block	Sónica
	Falla de fajas de transmisión desgastadas.	Sónica
	Falla de rodajes y retenes a polea conductora.	Vibración
	Cambio de block de contacto en pulsador de paro	Sónica
	Falla de rodamientos	Vibración
	Falla de fajas de transmisión desgastadas.	Sónica
	Falla de fajas de transmisión desgastadas.	Sónica
	Falla de Alineación de faja	Sónica
	Falla de Rotura de eje	Vibración
	Desgaste de tubo lubricador de guiador	Vibración
	Rotura de rodaje axial	Vibración
	Lijado y pintado de reductor de peladora de pota 5	Sónica
Peladora de pota Inox 6 - Tecmaquin	Falla de fajas de transmisión desgastadas.	Sónica
Túnel 1	Drenado y despresurizado del sistema	Sónica
	Rotura de tubería flexible de línea de descarga	Vibración
Túnel 2	Fallo de módulo de control	Características eléctricas de funcionamiento
	Avería de tubo led e instalación.	Características eléctricas de funcionamiento
	Rotura de contacto y hermetizado de caja de paso.	Características eléctricas de funcionamiento
	Desgaste de cerrojo de puerta de túnel 2	Estado de los componentes metalúrgicos
Túnel 3	Rotura se sensor de temperatura de ambiente	Características eléctricas de funcionamiento
	Avería de sensor de temperatura de ambiente	Características eléctricas de funcionamiento
Túnel 4	Falla de manómetro de presión de aceite	Presión
	tubos led quemados	Características eléctricas de funcionamiento

Fuente: Elaboración propia

## 6. Establecer las técnicas de mantenimiento predictivo a utilizar.

Tabla 25: Técnica de mantenimiento predictivo

Condición que monitorear	Técnica de predictivo
Características eléctricas de funcionamiento	Detección de parámetros eléctricos
Sónico	Detección de fugas por ultrasonido
Presión	Detección de fugas de presión
Estado de los componentes metalúrgicos	Detección de fisuras
Vibración	Detección de vibración

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25 nos muestra la condición a observar en los equipos críticos, por lo tanto, se determina la técnica de mantenimiento predictivo a utilizar.

## 7. Establecer los equipos predictivos a utilizar.

Al determinar la técnica de mantenimiento predictivo podemos definir el equipo predictivo a utilizar.

Tabla 26: Elección de equipo predictivo

Técnica de predictivo	Equipo predictivo
Detección de parámetros eléctricos	Analizador eléctrico
Detección de fugas por ultrasonido	Analizador ultrasónico - Estetoscopio mecánico
Detección de fugas de presión	Detector de fugas
Detección de vibración	Analizador de vibración
Detección de fisuras	Fisurómetro

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 26 se propone a utilizar como equipos predictivos: analizador de corriente, analizador ultrasónico, estetoscopio mecánico, detector de fugas por ultrasonido, analizador de vibraciones, fisurómetro.

## 8. Elaboración de un cronograma de frecuencia de monitoreo.

Para (Jimenez, Bouhmala y Gausdal 2020), la garantía que un equipo este con la mayor disponibilidad es la supervisión frecuente, pues estas permiten la detección temprana de fallas, a su vez, permiten las acciones decisivas del mantenimiento al lograr evitar una falla funcional del equipo, máquina o sistema.

Para la elaboración de un cronograma de frecuencia de monitoreo emplearemos la curva del intervalo P-F de la norma SAE-JAE1012:2002, la curva PF es una gráfica de la conducta de un equipo, máquina o componente, desde que inicia su operación hasta el instante que presenta una falla que no le permite seguir funcionando. Esta

herramienta es muy utilizada para determinar la frecuencia de inspección de un plan de mantenimiento predictivo.

Figura 9: Curva P-F

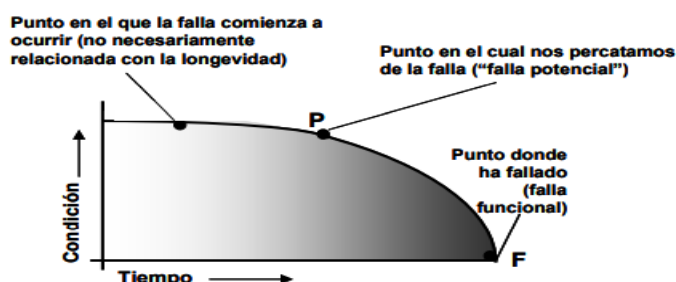


FIGURA 8— LA CURVA P-F

Fuente: Norma SAE JA 1012:2002

La curva P-F que se observa en la figura 11 el eje x es el tiempo de vida del equipo o máquina, y en el eje Y representa la condición de este, por tanto, a medida que pasa el tiempo hasta la detección de la falla potencial (punto P), la condición del equipo o máquina nos muestra un estado óptimo de funcionamiento, a más tiempo hasta el punto F la condición disminuye, en consecuencia, presenta una falla funcional (estado de paro). Esta curva también nos muestra como a medida que nos acercamos al estado de paro va aumentando el costo por reparación.

Para poder determinar la curva PF de los equipos críticos, necesitamos establecer el tiempo que aparece una falla funcional (estado de paro)

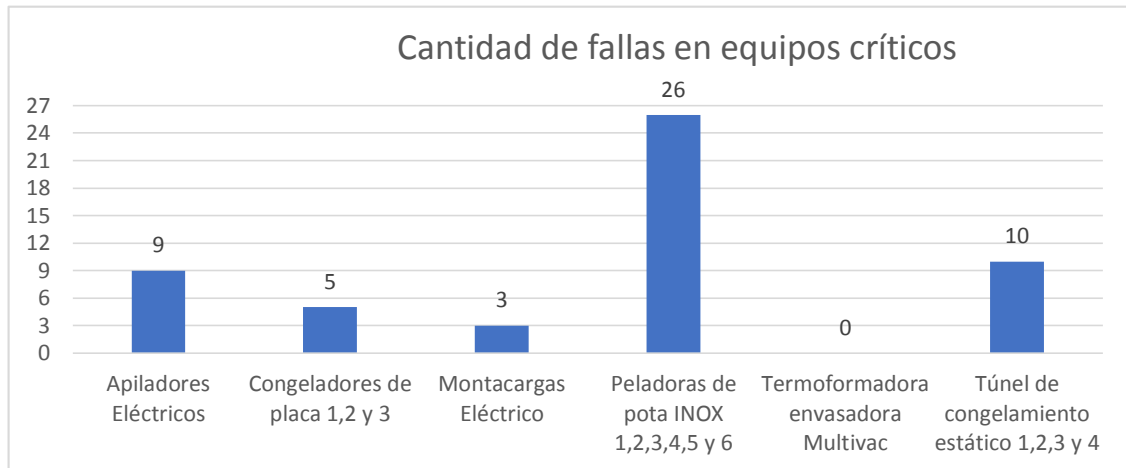
Tabla 27: Determinación del intervalo P-F de equipos críticos

<b>Equipos críticos del proceso productivo de pota y perico</b>	
<b>Equipo o máquinas</b>	<b>Numero de fallas abril-agosto</b>
Apiladores Eléctricos	9
Congeladores de placa 1,2 y 3	5
Montacargas Eléctrico	3
Peladoras de pota INOX 1,2,3,4,5 y 6	26
Termoformadora envasadora Multivac	0
Túnel de congelamiento estático 1,2,3 y 4	10
Total	53

Fuente: Elaboración propia

En este informe de investigación en la tabla 24 observamos 53 fallas funcionales en los equipos críticos dadas en un intervalo de 150 días (abril-agosto), a su vez, el equipo termoformadora envasadora Multivac no presenta fallas, en efecto, se debe a que en un 95% el ingreso de materia prima es pota y este equipo mayormente es utilizado para el proceso de perico.

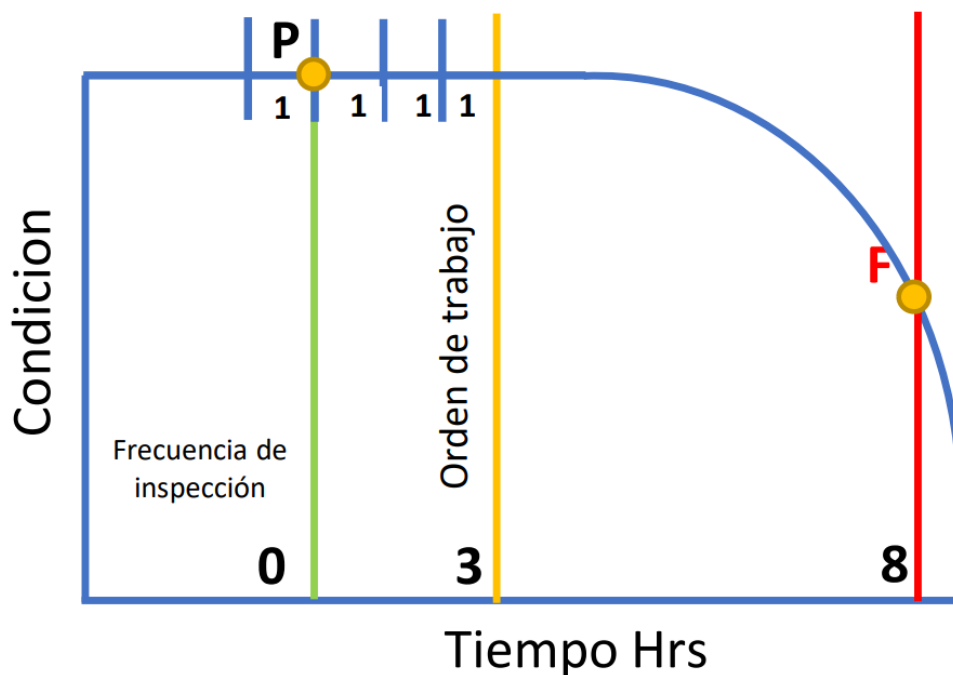
Figura 10: Determinación de falla para la curva PF



Fuente: Elaboración propia

En este informe de investigación encontramos 53 fallas funcionales en los equipos críticos en el lapso de 150 días (abril-agosto), es decir que, tenemos 2.83 fallas funcionales cada día, a su vez, 1 falla funcional cada 8.48 horas.

Figura 11: Curva PF de fallas en equipos críticos



Fuente: Elaboración propia

En la figura 13 se observa que el intervalo PF es de 8 horas, para poder determinar la frecuencia de inspección la norma SAE JAE1012:2002, nos dice que la



frecuencia de inspección que tiene que ser como mínimo la mitad el intervalo PF, pero se recomienda que sea una fracción mínima al punto medio del intervalo; para esta propuesta se ha definido una frecuencia de inspección las 24 horas.

*Tabla 28: código de técnica predictiva*

<b>Código</b>	<b>Técnica de predictivo</b>	<b>Equipo predictivo</b>
TP1	Detección de parámetros eléctricos	Analizador eléctrico
TP2	Detección de fugas por ultrasonido	Analizador ultrasónico - Estetoscopio mecánico
TP3	Detección de fugas de presión	Detector de fugas
TP4	Detección de vibración	Analizador de vibración
TP5	Detección de fisuras	Fisurómetro

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 28 se ha definido los códigos a utilizar para el establecer el cronograma de monitoreo, así mismo, tenemos que para el equipo de analizador de corriente el código es TP1, para el analizador por ultrasonido TP2, para el detector de fugas por ultrasonido TP3, para el analizador de vibración TP4 y el código TP5 para el fisurómetro.

*Tabla 29: Código de equipo para monitoreo*

<b>Código</b>	<b>Equipo</b>
EC1	Apilador eléctrico Crown ESR- 5240 - 9.45 m
EC2	Apilador eléctrico Crown RR-5700 - 6.00 m
EC3	Apilador eléctrico Crown RR5700s - 9.29 m
EC4	Congeladores de placas
EC5	Montacarga eléctrico Crown SC-5200
EC6	Peladora de pota Inox 1
EC7	Peladora de pota Inox 2
EC8	Peladora de pota Inox 3
EC9	Peladora de pota Inox 4
EC10	Peladora de pota Inox 5
EC11	Peladora de pota Inox 6 – Tecmaquin
EC12	Túnel 1
EC13	Túnel 2
EC14	Túnel 3
EC15	Túnel 4

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 29 se ha definido el código de los equipos críticos, dado que, se va a elaborar el cronograma de frecuencia de las inspecciones.

Tabla 30: Cronograma de frecuencia del monitoreo

Cronograma de monitoreo 24 horas																
Día	Técnica predictiva	Equipos críticos														
		EC1	EC2	EC3	EC4	EC5	EC6	EC7	EC8	EC9	EC10	EC11	EC12	EC13	EC14	EC15
Lunes	TP1	■	■		■	■								■	■	■
	TP2	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■			
	TP3				■											■
	TP4						■	■	■	■		■	■			
	TP5													■		
Martes	TP1	■	■		■	■								■	■	■
	TP2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	TP3				■											■
	TP4						■	■	■	■		■	■			
	TP5													■		
Miércoles	TP1	■	■		■	■								■	■	■
	TP2	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■			
	TP3				■											■
	TP4						■	■	■	■		■	■			
	TP5													■		
Jueves	TP1	■	■		■	■								■	■	■
	TP2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	TP3				■											■
	TP4						■	■	■	■		■	■			
	TP5													■		
Viernes	TP1	■	■		■	■								■	■	■
	TP2	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■			
	TP3				■											■
	TP4						■	■	■	■		■	■			
	TP5													■		
Sábado	TP1	■	■		■	■								■	■	■
	TP2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	TP3				■											■
	TP4						■	■	■	■		■	■			
	TP5													■		
Domingo	TP1	■	■		■	■								■	■	■
	TP2	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■			
	TP3				■											■
	TP4						■	■	■	■		■	■			
	TP5													■		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 30 nos muestra el cronograma de monitoreo, por lo tanto, hemos establecido un monitoreo de las 24 horas, la técnica y el equipo predictivo a utilizar ha sido considerado según las fallas, y condición a monitorear extraído de la tabla 25 que presentan cada equipo crítico.

#### 9. Elaboración de cronograma de capacitación

En la elaboración de este cronograma de capacitación se quiere lograr que el personal encargado del mantenimiento se instruya en las técnicas utilizadas en el mantenimiento predictivo, y el uso adecuado de los equipos predictivos que se utilizarán en las frecuencias de inspección determinadas.

Tabla 31: Cronograma de capacitación

		Cronograma 2022						
N°	Capacitación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
1	Alineamiento de equipos rotativos	X						
2	Detección de fallas en los rodamientos		X					
3	Regulación de sistema de corte de peladoras de papa			X				
4	Uso del estetoscopio				X			
5	Uso del pirómetro					X		
6	Lubricación de máquinas						X	
7	Análisis por ultrasonido							X

Fuente: Elaboración propia

#### Datos proyectados

Determinación del modelo matemático que determina el aumento o disminución de las fallas.

#### Distribución de Weibull

Es utilizado para modelar datos independientemente del aumento o disminución de fallos, se utiliza en una variedad y amplia gama de datos, desde el tiempo de operación hasta la falla. También es utilizados en otros campos de análisis de datos, los modelos matemáticos han sido extraídos de la norma UNE-EN 61649:2012. Para realizar los calculo se ha realizado mediante una hoja de cálculo de Excel, así mismo tenemos que cuando nuestro  $\beta$  es menor a 1 las fallas están en una tendencia decreciente; cuando  $\beta$  es igual a 1 las fallas son constantes, y cuando  $\beta$  es mayor a 1 las fallas están en tendencia creciente

Símbolos:

$\beta$  = Parámetro de forma

$\lambda(t)$  = Tasa de fallo instantáneo

$\eta$  = Parámetro de escala o vida característica

t = Tiempo- Variable

t0 = Punto de partida u origen de la distribución, tiempo libre de fallos

r2 = Coeficiente de determinación

f(t) = Función de densidad

F(t) = Función de distribución acumulativa

h(t) = Función de peligro

H(t) = Función de peligro acumulativo

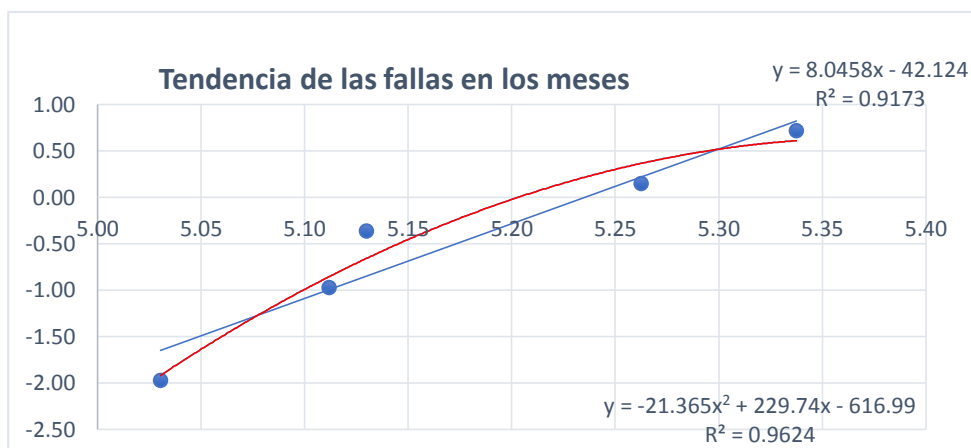
Tabla 32: Análisis de Weibull de las fallas

		Línea media %	x	y
Número de meses de fallas (i)	Número de fallas (ti)	$F(ti)=i-0,3/n+0,4$	$\ln(ti)$	$\ln(\ln(1/(1-F(ti))))$
1	153	13%	5,03	-1,97
2	166	31%	5,11	-0,97
3	169	50%	5,13	-0,37
4	193	69%	5,26	0,14
5	208	87%	5,34	0,71
Total de fallas suma (ti)	889			
Números de meses de fallas (n)	5			
Media	177.8			

Fuente: Elaboración propia

Para poder determinar el comportamiento de las fallas en los meses correspondientes, se realiza la tabla 31, así determinamos la línea de tendencia de las fallas que se muestra en la figura 12.

Figura 12: Comportamiento de las fallas



Fuente: Elaboración propia

nto, nuestras fallas tienen una tendencia ascendente, al mismo tiempo nuestro parámetro de escala o vida característica  $t=\alpha= \eta$  de 188 fallas y nuestro coeficiente de determinación es  $r^2= 0.9173$

Se ha proyectado para el área de mantenimiento es un 10% de fallas al mes de todas las labores de mantenimiento

Calculamos el número de fallas al mes a un  $p= 10\%$

$$T_p= \alpha (-\ln(1-p))^{1/\beta}$$

Tabla 33: Datos proyectados de fallas

Mes	Fallas-Pre	Fallas-Post
Abril	153	115.69
Mayo	166	125.52
Junio	169	127.79
Julio	193	145.93
Agosto	208	157.27

Fuente: Elaboración propia

De los resultados que obtenemos y que se observan en la tabla 33 las fallas tienen una ligera disminución, posteriormente, volvemos hacer el cálculo de la disponibilidad y el MTBF para los datos post-test.

Datos post-test de disponibilidad

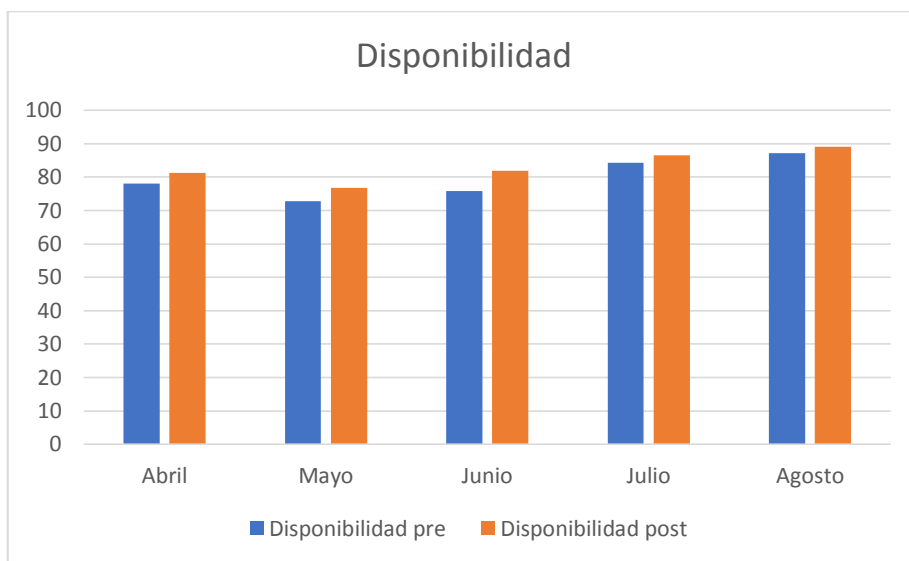
Tabla 34: Datos post test de disponibilidad

Mes	Disponibilidad pre	Disponibilidad post
Abril	78,04	83,42
Mayo	72,87	79,44
Junio	75,85	84,05
Julio	84,34	88,17
Agosto	87,23	90,37

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 34 se observa que después de hacer una proyección de la reducción de fallas a un 10% la disponibilidad muestra un ligero aumento como se observa en la figura 13.

Figura 13: Comportamiento de la disponibilidad



Fuente: Elaboración propia

## Datos post-test del MTBF

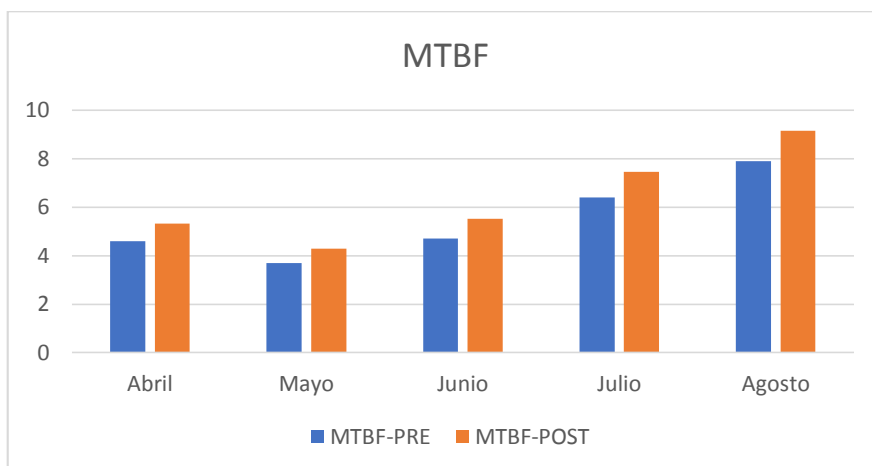
Tabla 35: Datos post test de MTBF

Mes	MTBF-PRE	MTBF-POST
Abril	4,6	6,03
Mayo	3,7	4,86
Junio	4,7	6,27
Julio	6,4	8,45
Agosto	7,9	10,38

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 35 se observa que después de hacer una proyección de la reducción de fallas a un 10% el tiempo medio entre fallas muestra un ligero aumento como se observa en la figura 14.

Figura 14: Comportamiento del MTBF



Fuente: Elaboración propia

### Fallas mecánicas

Aplicamos el modelo de la distribución de Weibull en una hoja de cálculo, dado que, nos mostrará la tendencia de las fallas mecánicas con respecto a los mantenimientos correctivos, así mismo proyectar las fallas para realizar los datos post del porcentaje de fallas mecánicas.

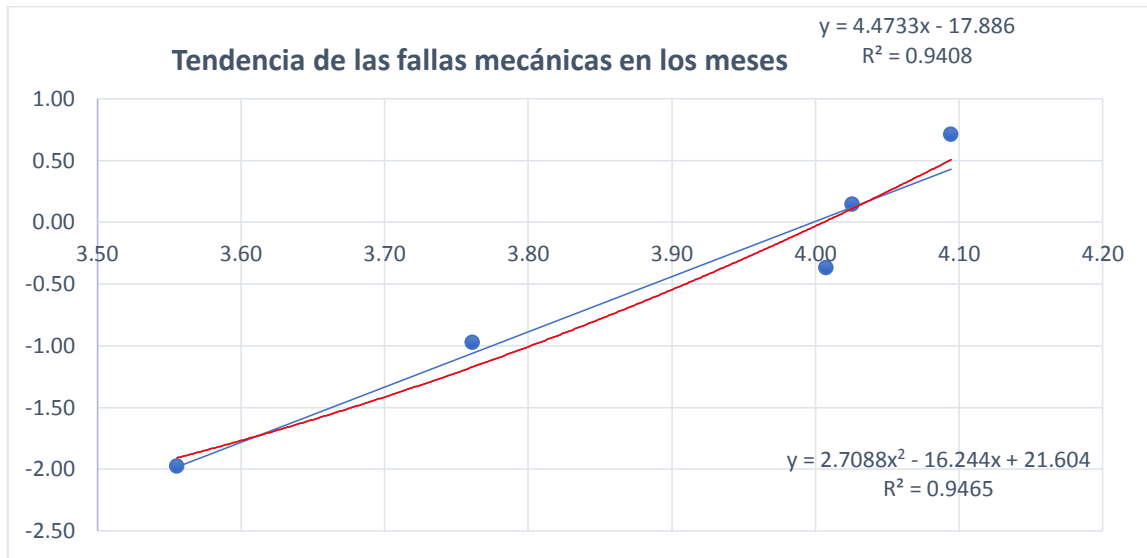
Tabla 36: Weibull de fallas mecánicas

Número de meses de fallas (i)	Número de fallas (ti)	línea media % $F(ti)=i-0,3/n+0,4$	x ln(ti)	y ln(ln(1/(1-F(ti))))
1	35	13%	3,56	-1,97
2	43	31%	3,76	-0,97
3	55	50%	4,01	-0,37
4	56	69%	4,03	0,14
5	60	87%	4,09	0,71
Total de fallas	249			
Números de meses de fallas (n)	5			
Media	49,8			

Fuente: Elaboración propia

Para poder determinar el comportamiento de las fallas en los meses correspondientes, se realiza la tabla 3e, así determinamos la línea de tendencia de las fallas que se muestra en la figura 13.

Figura 15: Comportamiento de las fallas mecánicas



Fuente: Elaboración propia

Así tenemos que el parámetro de forma  $\beta$  es de 4.47, por lo tanto, nuestras fallas tienen una tendencia ascendente, al mismo tiempo nuestro parámetro de escala o vida característica  $t = \alpha = \eta$  de 54.51 fallas y nuestro coeficiente de determinación es  $r^2 = 0.9408$

Se ha proyectado las fallas mecánicas en un 10% al mes de todas las labores de mantenimiento correctivo

Calculamos el número de fallas al mes a un  $p = 10\%$

$$T_p = \alpha (-\ln(1-p)) / \beta$$

Tabla 37: Datos proyectados de fallas mecánicas

Mes	Fallas mecánicas-Pre	Fallas mecánicas-Post
Abril	43	32,51
Mayo	35	26,46
Junio	60	45,37
Julio	56	42,34
Agosto	49.8	41,59

Fuente: Elaboración propia

De los resultados que obtenemos y que se observan en la tabla 37 volvemos hacer el cálculo de las fallas mecánicas, reemplazando los datos proyectados en fallas mecánicas.



## Datos post-test de fallas mecánicas

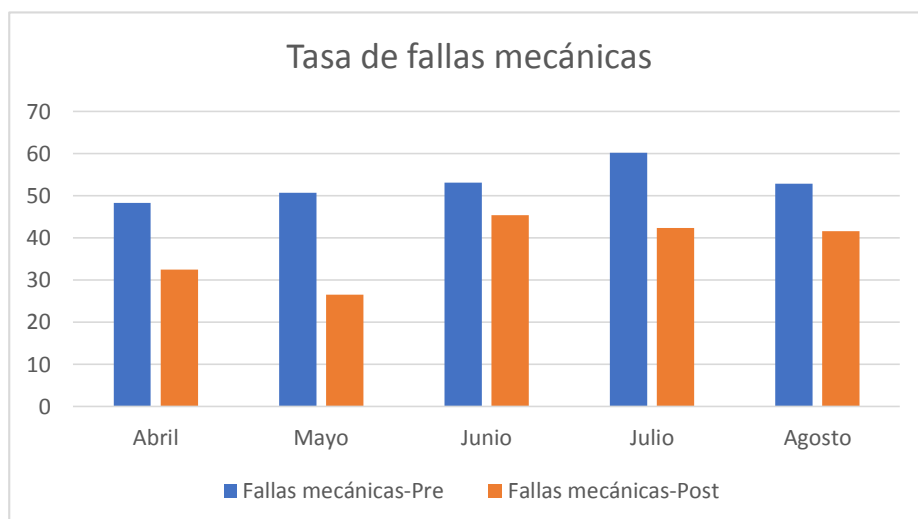
Tabla 38: Datos post de fallas mecánicas

Mes	Fallas mecánicas-Pre %	Fallas mecánicas-Post %
Abril	48.31	32,51
Mayo	50.72	26,46
Junio	53.10	45,37
Julio	60.22	42,34
Agosto	52.88	41,59

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 38 se observa que después de hacer una proyección de la reducción de fallas mecánicas a un 10% la tasa de fallas mecánicas muestra una ligera disminución como se observa en la figura 16.

Figura 16: Comportamiento de la tasa de fallas mecánicas



Fuente: Elaboración propia

## Análisis Económico financiero

Tabla 39: Tabla de inversiones intangibles

Rubros	Inversiones intangibles						
Recursos humanos (no monetarios)	Código clasificador MEF	Descripción	Involucrados	Cantidad Unitaria Parte I	Cantidad Unitaria Parte II	Cantidad Total	
	2.1.15	Docentes Universitarios					
	2.1.15.12	Personal contratado	Asesor	S/ 450,00	S/ 450,00	S/ 900,00	
	Código clasificador MEF	ITEMS	Costo Unitario Parte I	Costo Unitario Parte II	Costo Total		
	Tiempo empleado de Guillermo Imán C	Responsable del proyecto	2800	3600	6400		
Total						7300	
Equipos y bienes duraderos	Código clasificador MEF	Descripción	Ítems	Costo Unitario Parte I	Costo Unitario Parte II	Costo Total	
	2.3.25	Alquileres de mueble e inmuebles					
	2.3.25.11	De edificios y estructuras		S/ -	S/ -	S/ -	
	2.3.22	Servicios básicos, comunicaciones, publicidad y difusión					
	2.3.22.21	Servicio de telefonía móvil	1 celular	S/ 105,00	S/ 50,00	S/ 155,00	
2.3.15.1	Materiales y útiles de oficina	1 laptop	S/ 50,00	S/ 50,00	S/ 100,00		
Total						S/ 255,00	
Materiales e insumos, asesorías especializadas y servicios, gastos operativos	2.3	Bienes y servicios					
	2.3.1	Compra de bienes					
	2.3.11	Alimentos y bebidas					
	2.3.11.11	Alimento y bebidas para consumo humano	Alimentación	S/ 240,00	S/ 100,00	S/ 340,00	
	2.3.15	Materiales y útiles					
	2.3.15.1	Materiales y útiles de oficina	Impresiones	S/ 150,00	S/ 50,00	S/ 200,00	
			Útiles de oficina	S/ 10,00	S/ -	S/ 10,00	
			Copias	S/ 10,00	S/ -	S/ 10,00	
			Otros	S/ 15,00	S/ 10,00	S/ 25,00	
	2.3.19	Materiales y útiles de enseñanza					
	Materiales						
	2.3.19.11	Libros, textos, y otros materiales impresos	Libros y separatas	S/ 80,00	S/ 40,00	S/ 120,00	
	2.3.19.12	Material didáctico, accesorios y otros útiles de enseñanza	Materiales didácticos	S/ 12,00	S/ 10,00	S/ 22,00	
	2.3.21	Viajes					
	2.3.21.2	Viajes domésticos					
	2.3.21.21	Pasajes y gastos de trasportes	Movilidad (taxi)	S/ 150,00	S/ 150,00	S/ 300,00	
	2.3.22	Servicios básicos, comunicaciones, publicidad y difusión					
	2.3.22.1	Servicios de energía eléctrica, agua y gas					
	2.3.22.11	Servicios de suministro de energía eléctrica	Electricidad	S/ 86,00	S/ 86,00	S/ 172,00	
	2.3.22.2	Servicio de telefonía e internet					
	2.3.22.23	Servicio de internet	Internet	S/ 66,00	S/ 66,00	S/ 132,00	
	2.3.27	Servicios profesionales y técnicos					
	2.3.27.2	Ser. De consultorías y similares desarrollado por personas naturales					
2.3.27.29	Estudios	Matricula académica	S/ 300,00	S/ 300,00	S/ 600,00		
		pensión académica	S/ 2.000,00	S/ 2.000,00	S/ 4.000,00		
Leyenda de colores	Tangibles			Total		S/ 14.131,00	
	Intangibles						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40: Cronograma de capacitación de personal

Capacitación personal técnico (Intangible)								
N°	Capacitación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
1	Alineamiento de equipos rotativos	S/ 1.550,00						
2	Detección de fallas en los rodamientos		S/ 1.200,00					
3	Regulación de sistema de corte de peladoras de papa			S/ 2.500,00				
4	Uso del estetoscopio				S/ 1.550,00			
5	Uso del pirómetro					S/ 1.550,00		
6	Lubricación de máquinas						S/ 2.200,00	
7	Análisis por ultrasonido							S/ 3.500,00
	Subtotal	S/ 1.550,00	S/ 1.200,00	S/ 2.500,00	S/ 1.550,00	S/ 1.550,00	S/ 2.200,00	S/ 3.500,00
	Total	S/ 14.050,00						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41: Costo de inversiones de instrumentos predictivos

Inversiones tangibles	
Instrumentos predictivos	
Lista de equipos	Costo
Estetoscopio	S/ 800,00
Pirómetro	S/ 1.800,00
Analizador Ultrasonido	S/ 25.000,00
Analizador de vibraciones	S/ 35.000,00
Total	S/ 62.600,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42: Flujo de caja

Flujo de Caja económico de la Mejora														
<b>Costos pre</b>														
Mantenimiento correctivo		S/ 21.403,52	S/ 19.988,73	S/ 16.125,36	S/ 18.732,49	S/ 30.062,64	S/ 12.097,94	S/ 9.887,37	S/ 14.892,86	S/ 9.444,55	S/ 16.922,17	S/ 16.922,17	S/ 16.922,17	
Serv. Mant. Correctivo		S/ 3.561,12	S/ 6.108,51	S/ 2.820,98	S/ 6.364,65	S/ 9.832,60	S/ 14.892,86	S/ 3.950,00	S/ 4.746,41	S/ 3.135,62	S/ 6.156,97	S/ 6.156,97	S/ 6.156,97	
Mantenimiento preventivo		S/ 36.886,12	S/ 34.674,44	S/ 2.532,54	S/ 29.740,52	S/ 23.272,93	S/ 16.675,75	S/ 23.700,58	S/ 16.516,09	S/ 20.758,80	S/ 22.684,20	S/ 22.684,20	S/ 22.684,20	
Serv. Mant. Preventivo		S/ 1.700,00	S/ 2.575,66	S/ 4.530,07	S/ 20.467,02	S/ 5.725,09	S/ 2.010,69	S/ 3.050,00	S/ 15.929,32	S/ 26.259,26	S/ 8.937,57	S/ 8.937,57	S/ 8.937,57	
<b>Total</b>		<b>S/ 63.550,76</b>	<b>S/ 63.347,34</b>	<b>S/ 26.008,95</b>	<b>S/ 75.304,68</b>	<b>S/ 68.893,26</b>	<b>S/ 45.677,24</b>	<b>S/ 40.587,95</b>	<b>S/ 52.084,68</b>	<b>S/ 59.598,23</b>	<b>S/ 54.700,91</b>	<b>S/ 54.700,91</b>	<b>S/ 54.700,91</b>	
<b>Costos post</b>														
Mantenimiento predictivo		S/ 4.166,67	S/ 4.166,67	S/ 4.166,67	S/ 4.166,67	S/ 4.166,67	S/ 4.166,67	S/ 4.166,67	S/ 4.166,67	S/ 4.166,67	S/ 4.166,67	S/ 4.166,67	S/ 4.166,67	
Servicio de Mant predictivo		S/ 1.800,00	S/ 1.800,00	S/ 1.800,00	S/ 1.800,00	S/ 1.800,00	S/ 1.800,00	S/ 1.800,00	S/ 1.800,00	S/ 1.800,00	S/ 1.800,00	S/ 1.800,00	S/ 1.800,00	
Mantenimiento preventivo		S/ 36.886,12	S/ 34.674,44	S/ 2.532,54	S/ 29.740,52	S/ 23.272,93	S/ 16.675,75	S/ 23.700,58	S/ 16.516,09	S/ 20.758,80	S/ 22.684,20	S/ 22.684,20	S/ 22.684,20	
Mejora		S/ 1.481,88	S/ 8.153,34	S/ 13.700,98	S/ 19.440,74	S/ 27.744,63	S/ 22.740,34	S/ 9.903,95	S/ 14.904,66	S/ 8.474,46	S/ 14.060,55	S/ 14.060,55	S/ 14.060,55	
<b>Total</b>		<b>S/ 44.334,67</b>	<b>S/ 48.794,45</b>	<b>S/ 22.200,19</b>	<b>S/ 55.147,93</b>	<b>S/ 56.984,23</b>	<b>S/ 45.382,76</b>	<b>S/ 39.571,20</b>	<b>S/ 37.387,42</b>	<b>S/ 35.199,93</b>	<b>S/ 42.711,42</b>	<b>S/ 42.711,42</b>	<b>S/ 42.711,42</b>	
Beneficio		S/ 19.216,09	S/ 14.552,89	S/ 3.808,76	S/ 20.156,75	S/ 11.909,03	S/ 294,48	S/ 1.016,75	S/ 14.697,26	S/ 24.398,30	S/ 11.989,49	S/ 11.989,49	S/ 11.989,49	
Inversiones Tangibles	<b>S/ 62.600,00</b>													
Inversiones Intangibles	S/ 28.181,00													
Tesista	S/ 14.131,00													
Capacitación de técnicos	S/ 14.050,00													
Imprevistos (5%)	S/ 4.539,05													
<b>TOTALES NETOS</b>	<b>-S/ 95.320,05</b>	<b>S/ 19.216,09</b>	<b>S/ 14.552,89</b>	<b>S/ 3.808,76</b>	<b>S/ 20.156,75</b>	<b>S/ 11.909,03</b>	<b>S/ 294,48</b>	<b>S/ 1.016,75</b>	<b>S/ 14.697,26</b>	<b>S/ 24.398,30</b>	<b>S/ 11.989,49</b>	<b>S/ 11.989,49</b>	<b>S/ 11.989,49</b>	
Cálculo del VAN	29.729,86					Cálculo de la TIR	7,42%	Mes						
Costo de Oportunidad del capital (COK)	3%	Mes	Anual	34,49%										
Cálculo de la ratio Beneficio / Costo	1,31					anual	136,18%							

Fuente: Elaboración propia

cronograma de actividades

Tabla 43: Cronograma de actividades

DETALLE DE PLAN DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Propuesta de mantenimiento predictivo para reducir tasa de fallas de equipos críticos en la empresa Refrigerados Fisholg & Hijos SAC Paita 2021																RESULTADOS (EVIDENCIAS)	
	SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE					
	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S		
<b>ACTIVIDADES</b>																		
Realización de la encuesta	■																	
Realización de la encuesta		■																
Realización de la observación			■															
Realización de la observación				■														
Análisis documental					■													
Análisis documental						■												
Diagnóstico							■											
Análisis de resultados								■										
Propuesta									■									
Discusión										■								
Conclusiones y recomendaciones											■							
Informe final												■						
Informe final													■					
Sustentación														■				
Sustentación															■			

Fuente: Elaboración propia

### 3.6 Métodos de análisis de datos

Según (Ñaupas et al. 2014), la estadística descriptiva e inferencial es el soporte para el procesamiento, interpretación y análisis de los datos obtenidos en una investigación cuantitativa. La estadística descriptiva nos permite estudiar los datos de las variables para comprender su magnitud en un análisis, procesamiento y resumen de estos, dado que, nos permite obtener medidas de tendencia central y de dispersión. La estadística inferencial nos ayuda a determinar su nivel de significancia de los resultados con prueba paramétricas y no paramétricas.

Para el análisis descriptivo este informe de investigación se utilizará los datos pre-test de las variables independientes y dependientes, estos datos fueron obtenidos de los registros de las labores de mantenimiento, así mismo, fueron desarrollados para su respectiva tabulación, análisis y ejecución de gráficos en una hoja de cálculo de Excel y software de estadística SPSS.

### 3.7 Aspectos éticos

Este trabajo de investigación se rige a los reglamentos y normativas dadas por la Universidad César Vallejo, En todo el desarrollo de este proyecto de investigación se cumplió con las autorías de artículos de investigación, tesis, libros, etc, así mismo, este proyecto de investigación cumple con los permisos y manejo de información confidencial autorizada por el Gerente general de la empresa donde se ha realizado la investigación. Los resultados son reales, la principal finalidad es contribuir a la mejora del problema planteado.

Tabla 44: Código de ética de la Universidad César Vallejo

Código de ética	
Artículo 3	<p>“Se debe actuar con honestidad durante toda la investigación”</p> <p>“El personal investigador debe respetar los derechos de propiedad intelectual de otros investigadores”</p>
Artículo 8	<p>“La responsabilidad del investigador de denunciar todo acto mal intencionado a las autoridades competentes”</p>
Artículo 10	<p>“La UCV promueve el respeto a los derechos de autor y sanciona a aquellos autores o coautores que cometan plagio o algún acto fuera de los parámetros éticos de la investigación”</p>
Artículo 15	<p>“Todo aquel plagio, falsificación de datos, destrucción de experimentos, fabricación de datos, y principios del artículo 3 serán consideradas las faltas éticas”</p>

Fuente: <https://www.ucv.edu.pe/wp-content/uploads/2020/11/RCUN%C2%B00262-2020-UCV-Aprueba-Actualizaci%C3%B3n-del-C%C3%B3digo-%C3%89tica-en-Investigaci%C3%B3n-1-1.pdf>

## IV. RESULTADOS

### Análisis descriptivo: Disponibilidad

Tabla 45: Análisis descriptivo de disponibilidad

		Estadísticos	
		DISPONIBILIDAD PRE-TEST	DISPONIBILIDAD. POST-TEST
N	Válidos	5	5
	Perdidos	0	0
	Media	79,6660	85,0900
	Error típ. de la media	2,66882	1,91256
	Mediana	78,0400	84,0500
	Moda	72,87 <sup>a</sup>	79,44 <sup>a</sup>
	Desv. típ.	5,96766	4,27662
	Varianza	35,613	18,289
	Asimetría	,316	-,052
	Error típ. de asimetría	,913	,913
	Curtosis	-1,985	-,918
	Error típ. de curtosis	2,000	2,000
	Rango	14,36	10,93
	Mínimo	72,87	79,44

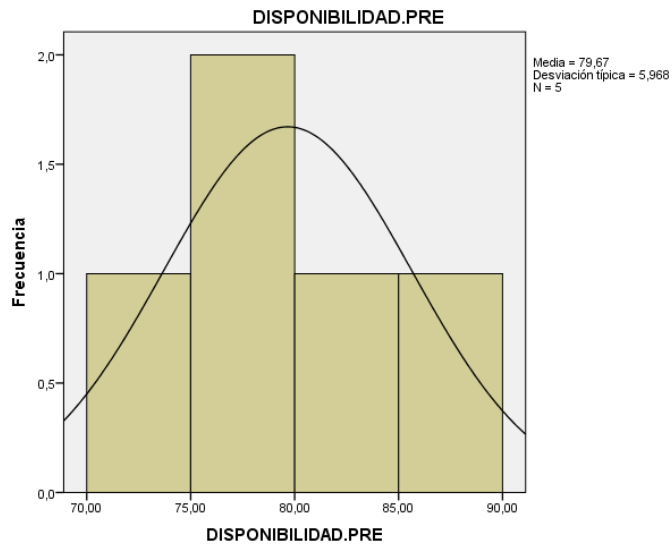
a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

Fuente: Elaboración SPSS:21

En la tabla 45 se observa que la media pre-test es de 79.6660 y el post-test es 85.0900, por consiguiente, tiene un aumento de 5,424% debido a la reducción de fallas y el aumento de disponibilidad. La desviación estándar pre-test es 5.96766 y el post-test de 4.27662, lo que indica que los datos post test tiene una dispersión cercana a la media. La curtosis pre-test es -1.985 y en el post-test tenemos 0.913 y está muy cerca a la media por lo que, es mesocúrtica. La asimetría pre-test es 0.316 los datos se encuentran hacia la izquierda y en el post-test es -0.52 lo que nos indica que los datos están agrupados hacia la derecha.

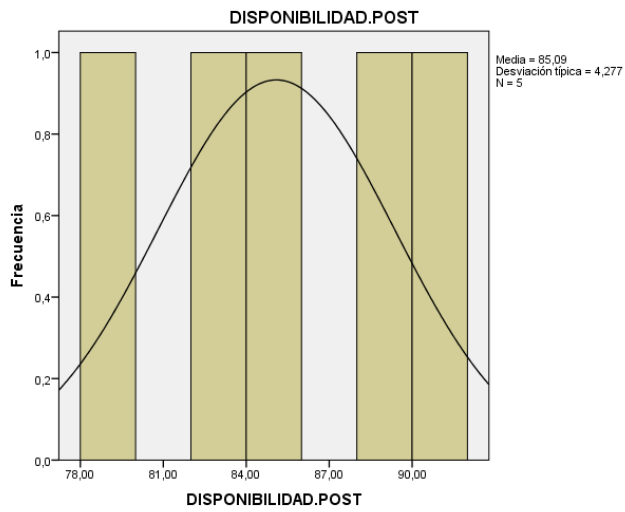


Figura 17: Histograma de disponibilidad pre-test



Fuente: Elaboración SPSS:21

Figura 18: Histograma de disponibilidad post-test



Fuente: Elaboración SPSS:21

## Análisis descriptivo: MTBF

Tabla 46: Análisis descriptivo del MTBF

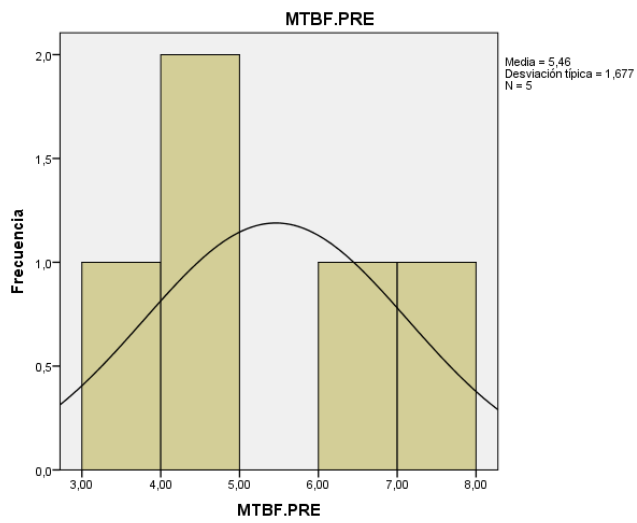
Estadísticos		MTBF.PRE	MTBF.POST
N	Válidos	5	5
	Perdidos	0	0
Media		5,4600	7,1980
Error típ. de la media		,75007	,98449
Mediana		4,7000	6,2700
Moda		3,70 <sup>a</sup>	4,86 <sup>a</sup>
Desv. típ.		1,67720	2,20138
Varianza		2,813	4,846
Asimetría		,780	,742
Error típ. de asimetría		,913	,913
Curtosis		-,623	-,684
Error típ. de curtosis		2,000	2,000
Rango		4,20	5,52
Mínimo		3,70	4,86

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

Fuente: Elaboración SPSS:21

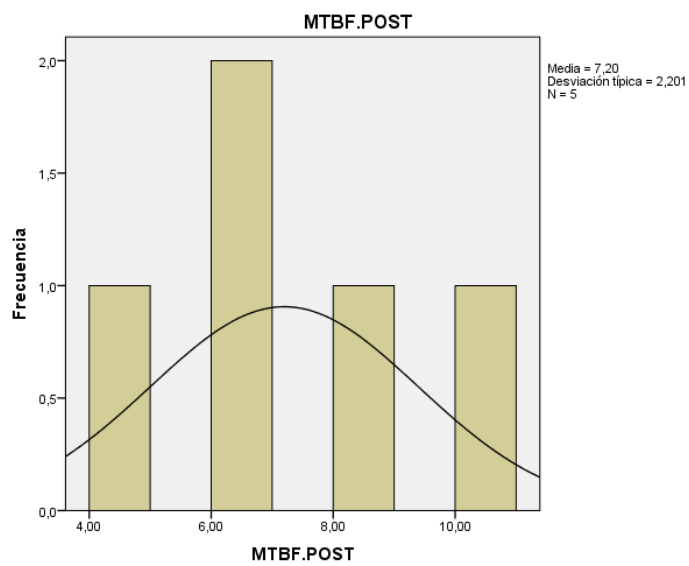
En la tabla 46 se observa que la media pre-test es de 5.460 y el post-test es 7.1980, por consiguiente, tiene un aumento de 1.738% debido a la reducción de fallas, en consecuencia, aumenta el MTBF. La desviación estándar pre-test es 1.67720 y el post-test de 2.20138, lo que indica que los datos post test tiene una dispersión lejana a la media. La curtosis pre-test es -0.623 y en el post-test tenemos -0.684, por lo tanto,  $K < 0$  por lo que, es platicúrtica. La asimetría pre-test es 0.780 los datos se encuentran hacia la izquierda y en el post-test es 0.742 lo que nos indica que los datos están agrupados ligeramente hacia la derecha.

Figura 19: Histograma MTBF pre-test



Fuente: Elaboración SPSS:21

Figura 20: Histograma de MTBF post-test



Fuente: Elaboración SPSS:21

## Análisis descriptivo Fallas mecánicas

Tabla 47: Análisis descriptivo de fallas mecánicas

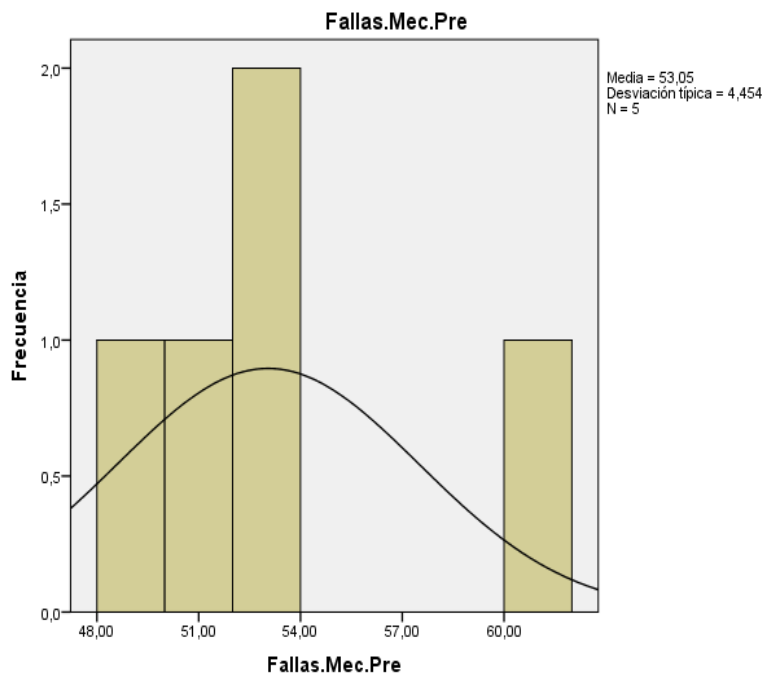
		Estadísticos	
		Fallas. Mec. Pre	Fallas.Mec.post
N	Válidos	5	5
	Perdidos	0	0
Media		53,0460	40,1100
Error típ. de la media		1,99169	1,50510
Mediana		52,8800	39,9900
Moda		48,31 <sup>a</sup>	36,53 <sup>a</sup>
Desv. típ.		4,45356	3,36550
Varianza		19,834	11,327
Asimetría		1,181	1,179
Error típ. de asimetría		,913	,913
Curtosis		2,108	2,102
Error típ. de curtosis		2,000	2,000
Rango		11,91	9,00
Mínimo		48,31	36,53

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

Fuente: Elaboración SPSS:21

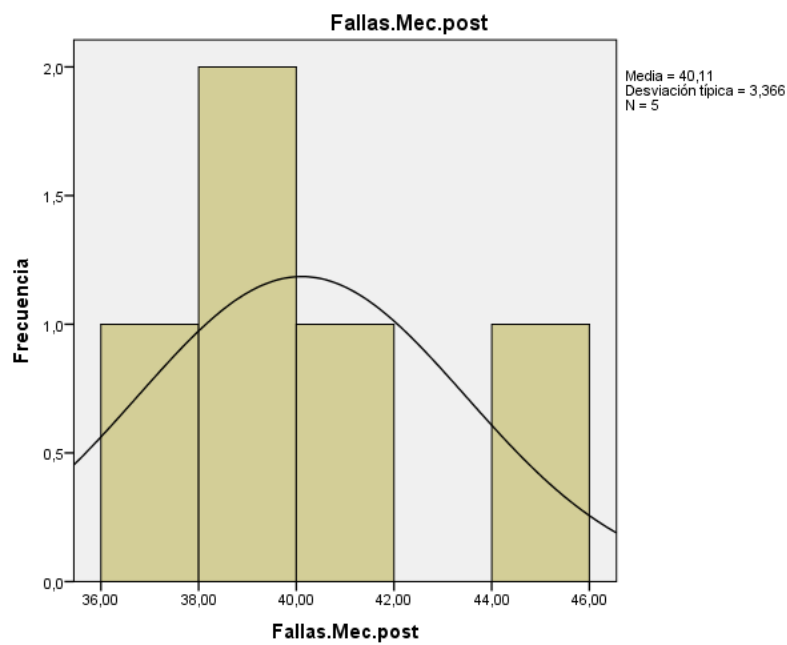
En la tabla 47 se observa que la media pre-test es de 53.0460 y el post-test es 40.1100, por consiguiente, la tasa de fallas mecánicas tiene una disminución de 12.94% debido a la reducción de fallas mecánicas. La desviación estándar pre-test es 4.45356 y el post-test de 3.36550, lo que indica que los datos post-test tiene una dispersión cercana a la media. La curtosis pre-test es 2.108 y en el post-test tenemos 2.102, por lo tanto,  $K > 0$  por lo que, es leptocúrtica. La asimetría pre-test es 1.181 los datos se encuentran hacia la izquierda y en el post-test es 1.179 lo que nos indica que los datos están agrupados ligeramente hacia la derecha.

Figura 21: Histograma de fallas mecánicas Pre-test



Fuente: Elaboración SPSS:21

Figura 22: Histograma de fallas mecánicas Post-test



Fuente: Elaboración SPSS:21

## V DISCUSIÓN

En este informe de investigación, se verificó que la propuesta de mantenimiento predictivo reduce la tasa de fallas de los equipos críticos, fue posible realizar la propuesta con los objetivos establecidos, dado que estos objetivos se realizaron mediante la disponibilidad, el tiempo medio entre fallas, análisis de criticidad y tasa de fallas mecánicas de los equipos que intervienen en el proceso productivo de pota y perico en la empresa refrigerados Fisholg e Hijos SAC. Esta investigación los resultados proyectados para los datos post-test de la disponibilidad se realizó mediante el modelo matemático de la distribución de Weibull, así mismo, comprueban que la disponibilidad de la investigación obtuvo una mejora de una media pre-test de 78.6660 a una media post-test de 85.0900.

Los datos post-test que se proyectaron mediante el modelo matemático de la distribución de Weibull comprueban que el tiempo medio entre fallas (MTBF) tuvo una mejora de una media pre-test de 5.4600 a una media post-test de 7.1980.

En el análisis de criticidad se establecieron que los equipos de los túneles de congelamiento 1,2,3 y 4; los equipos de los congeladores de placas 1,2 y 3; las peladoras de pota 1,2,3,4,5 y 6; termoformadora envasadora multivac; montacargas y apiladores eléctricos. Son considerados como críticos, por lo que, al tener un paro de estos afectará el desarrollo del proceso productivo de pota y perico.

Los datos post-test que se proyectaron mediante el modelo matemático de la distribución de Weibull comprueban que la tasa de fallas mecánicas tuvo una disminución de una media pre-test de 53.0460 a una media post-test de 40.1100.

## **VI CONCLUSIONES**

En este informe de investigación tenemos las siguientes conclusiones: como conclusión general se concluye que, en la propuesta de mantenimiento predictivo, mediante el análisis de criticidad se ha elegido los equipos críticos de la empresa Refrigerados Fisholg & hijos SAC, así mismo, al producirse una falla funcional en estos, el proceso productivo es seriamente afectado.

Se concluye que a través del análisis de criticidad los equipos de los túneles de congelamiento 1,2,3 y 4; los equipos de los congeladores de placas 1,2 y 3; las peladoras de papa 1,2,3,4,5 y 6; termoformadora envasadora multivac; montacargas y apiladores eléctricos como equipos críticos.

Mediante la propuesta de mantenimiento predictivo se concluye que las diversas técnicas de este mantenimiento podrían reducir la tasa de fallas mecánicas de los equipos críticos.

Mediante la propuesta de mantenimiento predictivo, se ha desarrollado un cronograma de capacitación de los técnicos de mantenimiento y así mismo, reducir las fallas por la mala manipulación ya que estas capacitaciones serán útiles para el desarrollo de sus actividades.

En este informe de investigación se concluye que la propuesta de mantenimiento predictivo podría aumentar la disponibilidad de los equipos y el tiempo medio entre fallas de estos.

## **VII RECOMENDACIONES**

Se recomienda la metodología propuesta para el mantenimiento predictivo de este informe de investigación, así mismo, es preciso tener en los técnicos una formación y concientización que va acorde con la visión, misión y valores de la empresa.

Se recomienda anexar al sistema informático los reportes de fallas de los equipos críticos logrando así un mayor control.

En la metodología propuesta para el mantenimiento predictivo de este informe de investigación se recomienda aplicar el cronograma de monitoreo de los equipos críticos siguiendo las pautas dadas, esto con la finalidad de lograr detectar los problemas antes de que ocurra una falla funcional del equipo y que este no afecte el desarrollo de las actividades de producción.

Se recomienda reestructurar el plan de mantenimiento preventivo, dado que, este ha sido establecido por la experiencia de los técnicos encargados del mantenimiento de los equipos, por otro lado, reestructurar en base a la metodología propuesta en este informe de las condiciones dadas por el monitoreo predictivo, ya que estos nos van a permitir hacer el mantenimiento preventivo en el momento indicado y antes de que ocurra una falla funcional.

En la metodología propuesta para el mantenimiento predictivo de este informe de investigación se recomienda seguir el cronograma de capacitación de los técnicos encargados del mantenimiento de los equipos.



## REFERENCIAS

- AGUILAR OTERO, J.R., TORRES ARCIQUE, R. y MAGAÑA JIMÉNEZ, D., 2010. Análisis de modos de falla , efectos y criticidad ( AMFEC ) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad Failure mode and effects and criticality analysis ( FMECA ) for maintenance planning using risk and safety crite. *Redalyc.Org* [en línea], vol. 25, no. 0186-6036, pp. 15-26. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48215094003>.
- ALAVIAN, P., EUN, Y., LIU, K., MEERKOV, S.M. y ZHANG, L., 2019. The  $(\alpha, \beta)$ -precise estimates of MTBF and MTTR: Definitions, calculations, and induced effect on machine efficiency evaluation. *IFAC-PapersOnLine* [en línea], vol. 52, no. 13, pp. 1004-1009. ISSN 24058963. DOI 10.1016/j.ifacol.2019.11.326. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.326>.
- ARATA ANDREANI, A., 2009. *Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en plantas industriales* [en línea]. primera ed. Santiago de Chile: s.n. ISBN 9789562846585. Disponible en: [www.rileditoress.com](http://www.rileditoress.com).
- AREMU, O.O., PALAU, A.S., PARLIKAD, A.K., HYLAND-WOOD, D. y MCAREE, P.R., 2018. Structuring Data for Intelligent Predictive Maintenance in Asset Management. [en línea], vol. 51, no. 11, pp. 514-519. ISSN 24058963. DOI 10.1016/j.ifacol.2018.08.370. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896318314952?via%3Dihub>.
- AYVAZ, S. y ALPAY, K., 2021. Predictive maintenance system for production lines in manufacturing: A machine learning approach using IoT data in real-time. *Expert Systems with Applications* [en línea], vol. 173, no. November 2020, pp. 114598. ISSN 09574174. DOI 10.1016/j.eswa.2021.114598. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.114598>.
- BEHERA, P.K. y SAHOO, B.S., 2016. Leverage of Multiple Predictive Maintenance Technologies in Root Cause Failure Analysis of Critical Machineries. *Procedia Engineering* [en línea], vol. 144, pp. 351-359. ISSN 18777058. DOI 10.1016/j.proeng.2016.05.143. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2016.05.143>.

CÁRCEL CARRASCO, F.J., 2016. Disponibilidad, incertidumbre y cadena de fallo en mantenimiento. *3C Tecnología\_Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, vol. 5, no. 2, pp. 65-80. ISSN 2254-4143. DOI 10.17993/3ctecno.2016.v5n2e18.65-80.

CARO, N.P., CASINI, R.B., DÍAZ, M., FERNANDO, G., GONZALEZ, M., SAINO, M. y STÍMOLO, M.I., 2015. *Estadística I* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://www.studocu.com/es-ar/document/universidad-nacional-de-cordoba/probabilidad-y-estadistica/estadistica-unidad-1/4170251>.

DAQUINTA-GRADAILLE, A., PÉREZ-OLMO, C., ÁGUILA-GÓMEZ, J., PÉREZ-REYES, R. y GARCÍA-ARAGÓN, E., 2018. Metodología de Análisis de criticidad integral de las cosechadoras de caña de azúcar CASE IH. *Revista Ingeniería Agrícola* [en línea], vol. 8, no. 2, pp. 55-61. ISSN 2306-1545. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/352132179>

FONSECA JUNIOR, M., HOLANDA BEZERRA, U., CABRAL LEITE, J. y REYES CARVAJAL, T.L., 2019. Programa de gestión de mantenimiento a través de la implementación de herramientas predictivas y de TPM como contribución a la mejora de la eficiencia energética en plantas termoeléctricas. *Energies*, vol. 12, no. 19, pp. 139-149. ISSN 19961073. DOI 10.3390/en12193801.

GALLARDO SAAVEDRA, S., PÉREZ MORENO, J., HERNÁNDE CALLEJO, L. y DUQUE PÉREZ, Ó., 2017. Failure rate determination and Failure Mode, Effect and Criticality Analysis (FMECA) based on historical data for photovoltaic plants. *ISES Solar World Congress 2017 - IEA SHC International Conference on Solar Heating and Cooling for Buildings and Industry 2017, Proceedings*, pp. 1232-1239. DOI 10.18086/swc.2017.20.04.

HERNÁNDEZ, A.C., 2018. Mantenimiento Industrial En Máquinas por medio de AMFE. *Google Académico* [en línea], pp. 209-225. DOI <https://doi.org/10.22320/S07179103/2018.12>. Disponible en: <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/3923/3685>.

JIMENEZ, V.J., BOUHMALA, N. y GAUSDAL, A.H., 2020. Developing a predictive maintenance model for vessel machinery. *Journal of Ocean Engineering and Science*, vol. 5, no. 4, pp. 358-386. ISSN 24680133. DOI 10.1016/j.joes.2020.03.003.

KAISER, C.D. y A, D.E.O.S., 2019. RELIABILITY OF THERMO-MECHANICAL EQUIPMENT IN POWER PLANTS – ELEMENTS WITH HIGH FAILURE RISK Bogdan Diaconu , University “ Constantin Brâncuși ” of Tg -Jiu , ROMANIA Adriana Tudorache , University “ Constantin Brâncuși ” of Tg -Jiu , ROMANIA. [en línea], no. 3. Disponible en: [https://www.utgjiu.ro/rev\\_ing/pdf/2019-3/18](https://www.utgjiu.ro/rev_ing/pdf/2019-3/18)

KOLTE, T.S. y DABADE, U.A., 2017. Machine Operational Availability Improvement by Implementing Effective Preventive Maintenance Strategies-A Review and Case Study. *International Journal of Engineering Research and Technology* [en línea], vol. 10, no. 1, pp. 700-708. Disponible en: [http://www.ripublication.com/irph/ijert\\_spl17/ijertv10n1spl\\_131.pdf](http://www.ripublication.com/irph/ijert_spl17/ijertv10n1spl_131.pdf).

KUMAR, G., JAIN, V. y GANDHI, O.P., 2018. Availability analysis of mechanical systems with condition-based maintenance using semi-Markov and evaluation of optimal condition monitoring interval. *Journal of Industrial Engineering International*, vol. 14, no. 1, pp. 119-131. ISSN 2251712X. DOI 10.1007/s40092-017-0212-z.

LEE, W.J., WU, H., YUN, H., KIM, H., JUN, M.B.G. y SUTHERLAND, J.W., 2019. Predictive maintenance of machine tool systems using artificial intelligence techniques applied to machine condition data. *Procedia CIRP* [en línea], vol. 80, pp. 506-511. ISSN 22128271. DOI 10.1016/j.procir.2018.12.019. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.12.019>.

LERMA GONZÁLEZ, H.D., 2009. *Metodología de la Investigación:Propuesta, anteproyecto y proyecto*. cuarta. Bogotá, D.C.: s.n. ISBN 9789586486026.

LOPEZ PRIETO, E.D., 2017. APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA LÍNEA DE ENVASADO PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA, COSTAGAS AREQUIPA SA 2017”. S.I.: s.n. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/16756>

MAGO, G., VALL, L., FLOREZ, O. y SUBERO, D., 2014. Determinación de la confiabilidad o tiempo promedio entre fallas ( TPEF ) en transformadores de distribución . Determination of reliability and mean time between failures ( TPEF ) distribution transformer . *Revista INGENIERÍA UC* [en línea], Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/707/70732643005.pdf>.

MANYOMA, P. y KLINGER A., R., 2006. El uso del muestreo estadístico en la medición del trabajo. *El uso del muestreo estadístico en la medición del trabajo.*, vol. 3, no. 32, pp. 363-368. ISSN 0122-1701. DOI 10.22517/23447214.6307.

- MARTÍNEZ GARCÍA, F.M., 2015. *Gestión integrada del mantenimiento y la energía para la prevención de fallos en equipos de plantas de proceso* [en línea]. S.l.: Universidad de Murcia. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10201/47222>.
- MEJÍA RUIZ, S., VARGAS HENRÍQUEZ, L. y VÁSQUEZ CABALLIS, C., 2018. *Metodología para diagnosticar fallas localizadas en equipos de una línea de producción de carbón activado*. 2018. S.l.: s.n. Disponible en : <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/ingeniare/article/view/5173>
- MENDIVIL GUILLEN, C.A. y MONTENEGRO PERALTA, S.Y., 2016. *Implementación de un plan de mantenimiento predictivo para disminuir fallas en el grupo electrógeno Cummins C2000N6C en la empresa Kimberly Clark E.I.R.L., Para el año 2016* [en línea]. S.l.: Universidad Del Norte. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11537/12517>.
- MOHAMMAD NAGHI, N., 2002. *metodología de la investigación* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 968-18-5517-5. Disponible en: [www.noriega.com.mx](http://www.noriega.com.mx).
- MORTAZAVI, S.M., MOHAMADI, M. y JOUZDANI, J., 2018. MTBF evaluation for 2-out-of-3 redundant repairable systems with common cause and cascade failures considering fuzzy rates for failures and repair: a case study of a centrifugal water pumping system. *Journal of Industrial Engineering International*, vol. 14, no. 2, pp. 281-291. ISSN 2251712X. DOI 10.1007/s40092-017-0226-6.
- ÑAUPAS, H., MEJÍA, E., NOVOA, E. y VILLAGÓMEZ, A., 2014. *Metodología de la investigación cuantitativa, cualitativa y redacción de la tesis*. S.l.: s.n. ISBN 9789587621884.
- OKOH, C., ROY, R. y MEHNEN, J., 2017. Predictive Maintenance Modelling for Through-Life Engineering Services. *Procedia CIRP* [en línea], vol. 59, no. TESCConf 2016, pp. 196-201. ISSN 22128271. DOI 10.1016/j.procir.2016.09.033. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2016.09.033>.
- PAPROCKA, I., KEMPA, W.M. y ĆWIKŁA, G., 2020. Predictive maintenance scheduling with failure rate described by truncated normal distribution. *Sensors (Switzerland)*, vol. 20, no. 23, pp. 1-23. ISSN 14248220. DOI 10.3390/s20236787.
- PARRA MÁRQUEZ, C. y CRESPO MÁRQUEZ, A., 2019a. Métodos de Análisis de Criticidad y Jerarquización de Activos. [en línea], no. July 2020. DOI 10.13140/RG.2.2.21197.87524. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/342926771\\_Metodos\\_de\\_Analisis\\_de\\_Criticidad\\_y\\_Jerarquizacion\\_de\\_Activos](https://www.researchgate.net/publication/342926771_Metodos_de_Analisis_de_Criticidad_y_Jerarquizacion_de_Activos).

PARRA MÁRQUEZ, C. y CRESPO MÁRQUEZ, A., 2019b. Métodos de Análisis de Criticidad y Jerarquización de Activos Autores: , no. December. DOI 10.13140/RG.2.2.21197.87524.

PASTOR, C., 2020. El mantenimiento como herramienta para conseguir infraestructura de alta calidad y durabilidad. *El mantenimiento como herramienta para conseguir infraestructura de alta calidad y durabilidad*, DOI 10.18235/0002140.

PESÁNTEZ HUERTA, A. y SARZOSA C, R., 2007. Elaboración de un plan de mantenimiento predictivo y preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo de una empresa de camarón. [en línea], pp. 260. Disponible en: [https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/13353/4/TESIS\\_COMPLETA %28FINAL%29.pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/13353/4/TESIS_COMPLETA_%28FINAL%29.pdf).

RENGEL JIMÉNEZ, W.E. y GILER GILER, M.A., 2018. *Publicar investigacion científica metodología y desarrollo* [en línea]. Primera. Manta-Manabí-Ecuador: s.n. ISBN 978-9942-775-16-0. Disponible en: <https://biblio.ulead.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=4431>.

RODAS, L.F. y CASTRILLÓN, O.D., 2019. Predicción de Fallos Mecánicos en Equipos de Envoltura. *Información tecnológica*, vol. 30, no. 6, pp. 111-122. DOI 10.4067/s0718-07642019000600111.

SCHEU, M.N., TREMP, L., SMOLKA, U., KOLIOS, A. y BRENNAN, F., 2019. A systematic Failure Mode Effects and Criticality Analysis for offshore wind turbine systems towards integrated condition based maintenance strategies. *Ocean Engineering* [en línea], vol. 176, no. February, pp. 118-133. ISSN 00298018. DOI 10.1016/j.oceaneng.2019.02.048. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2019.02.048>.

SCHMIDT, B. y WANG, L., 2018. Predictive Maintenance of Machine Tool Linear Axes: A Case from Manufacturing Industry. *Procedia Manufacturing* [en línea], vol. 17, pp. 118-125. ISSN 23519789. DOI 10.1016/j.promfg.2018.10.022. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.022>.

SITKO, J. y FARHAD, Z., 2020. Analysis of mechanical equipment failure at the hard coal mine processing plant. *Acta Montanistica Slovaca*, vol. 25, no. 3, pp. 350-360. ISSN 13393103. DOI 10.46544/AMS.v25i3.8.

- TON, B., BASTEN, R., BOLTE, J., BRAAKSMA, J., DI BUCCHIANICO, A., VAN DE CALSEYDE, P., GROOTEMAN, F., HESKES, T., JANSEN, N., TEEUW, W., TINGA, T. y STOELINGA, M., 2020. Primavera: Synergising predictive maintenance. *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 10, no. 23, pp. 1-19. ISSN 20763417. DOI 10.3390/app10238348.
- WU, H., HUANG, A. y SUTHERLAND, J.W., 2020. Avoiding Environmental Consequences of Equipment Failure via an LSTM-Based Model for Predictive Maintenance. *Procedia Manufacturing* [en línea], vol. 43, no. 2019, pp. 666-673. ISSN 23519789. DOI 10.1016/j.promfg.2020.02.131. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.131>.
- YAM CERVANTES, M.A., PALI CASANOVA, R. de J. y ZAVALA LORÍA, J. del C., 2019. APLICABILIDAD DE LA CRITICIDAD EN EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS. *PROJECT, DESIGN AND MANAGEMENT*, pp. 1-47. DOI 10.35992/mlspdm.v1i1.168.
- ZAKIKHANI, K., NASIRI, F. y ZAYED, T., 2021. A failure prediction model for corrosion in gas transmission pipelines. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability*, vol. 235, no. 3, pp. 374-390. ISSN 17480078. DOI 10.1177/1748006X20976802.

## **ANEXOS**

### Anexo1: Matriz de operacionalización de variable

Variable		Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Independiente	Propuesta de mantenimiento predictivo	Es una metodología que ayuda mediante la eliminación de interrupciones no programadas de la maquinaria/procesos, a la optimización de los parámetros del proceso, la reducción de fallas, mejora de la fiabilidad y la productividad, a tener una industria más productiva que cumpla con la demanda y la satisfacción de los clientes. (Behera y Sahoo2016)	El mantenimiento predictivo nos permite aumentar el tiempo promedio de fallas, aumentar la disponibilidad de los equipos.	Disponibilidad	$D = \frac{\text{Horas totales de funcionamiento} - \text{Horas paradas por mantenimiento}}{\text{Horas totales de funcionamiento}} \times 100\%$	Razón
				Tiempo promedio entre fallas	$\frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{Número de averías}}$	
Dependiente	Tasa de Fallas de equipos críticos	Tasa de fallas: es la probabilidad de que un sistema funcione bajo condiciones fijadas y un tiempo determinado. Se puede expresar como un porcentaje de fallas sobre el total de productos examinados o en servicio, o la cantidad de fallas monitoreadas en un tiempo de operación. (Tutoriales, 2015). Equipos críticos: para medir un criterio de un activo en una empresa existen diversos motivos. Depende como existan las oportunidades y necesidades de la empresa varían los motivos de priorización. (Parra Márquez y Crespo Márquez 2019)	La tasa de fallas nos permite enfocar el análisis de criticidad en los equipos de una empresa, y así determinar la jerarquía de estos, así mismo, identificar sus tipos de fallas para reducirlas mediante la aplicación de técnicas de mantenimiento.	Análisis de criticidad	Criticidad total por riesgo (CTR) = Frecuencia (FF) x Consecuencia (C)	Razón
				Fallas mecánicas	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <math display="block">TFn\% = \frac{\text{Número de fallas mecánicas}}{\text{Número de examinados}}</math> </div>	



Anexo 3:

**Certificado de validez de contenido del instrumento que mide**

**Instrumento de medición de variables**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Coherencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento Predictivo	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Disponibilidad <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <math display="block">\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales de funcionamiento} - \text{Horas paradas por mantenimiento}}{\text{Horas totales de funcionamiento}} \times 100\%</math> </div>	X		X		X		
2	Tiempo promedio entre fallas (MTBF) <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <math display="block">\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{Número de averías}}</math> </div>	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE: Tasa de fallas en equipos críticos	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Análisis de criticidad <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <math display="block">\text{Criticidad total por riesgo (CTR)} = \text{Frecuencia (FF)} \times \text{Consecuencia (C)}</math> </div>	X		X		X		
4	Fallas mecánicas <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <math display="block">\text{TFn\%} = \frac{\text{Número de fallas mecánicas}}{\text{Número de examinados}}</math> </div>	X		X		X		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia**

**Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]**

**Apellidos y nombres del juez validador.** Dr./ Mg: Zeña Ramos, José La Rosa.

**DNI:** 17533125

**Especialidad del validador:** Ingeniero Industrial

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.

**Apellidos y nombres del juez validador:** MGTR. Zeña Ramos José La Rosa DNI: 17533125

**04 de noviembre del 2021**



-----  
**Firma del Experto Informante.**

**Certificado de validez de contenido del instrumento que mide**  
**Instrumento de medición de variables**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Coherencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento Predictivo	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Disponibilidad <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">                     Disponibilidad = <math>\frac{\text{Horas totales de funcionamiento} - \text{Horas paradas por mantenimiento}}{\text{Horas totales de funcionamiento}} \times 100\%</math> </div>	X		X		X		
2	Tiempo promedio entre fallas (MTBF) <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <math>MTBF = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{Número de averías}}</math> </div>	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE: Tasa de fallas en equipos críticos	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Análisis de criticidad <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <math>\text{Criticidad total por riesgo (CTR)} = \text{Frecuencia (FF)} \times \text{Consecuencia (C)}</math> </div>	X		X		X		
4	Fallas mecánicas <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <math>TFn\% = \frac{\text{Número de fallas mecánicas}}{\text{Número de examinados}}</math> </div>	X		X		X		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia**

**Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ X ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]**

**Apellidos y nombres del juez validador. Mg. Rodriguez Alegre Lino Rolando DNI: 06535058**

**Especialidad del validador: Ingeniero Pesquero Tecnólogo CIP 25095**

<sup>1</sup> **coherencia:** El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

<sup>2</sup> **Relevancia:** El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup> **Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

**19 de octubre**

A handwritten signature in black ink, consisting of a long horizontal stroke with a small loop at the end and a short vertical stroke at the beginning.

-----  
**Firma del Experto Informante.**

**Certificado de validez de contenido del instrumento que mide  
Instrumento de medición de variables**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Coherencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento Predictivo							
1	Disponibilidad  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <math display="block">\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales de funcionamiento} - \text{Horas paradas por mantenimiento}}{\text{Horas totales de funcionamiento}} \times 100\%</math> </div>	X		X		X		
2	Tiempo promedio entre fallas (MTBF)  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <math display="block">\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{Número de averías}}</math> </div>	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE: Tasa de fallas en equipos críticos							
3	Análisis de criticidad  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <math display="block">\text{Criticidad total por riesgo (CTR)} = \text{Frecuencia (FF)} \times \text{Consecuencia (C)}</math> </div>	X		X		X		
4	Fallas mecánicas  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <math display="block">\text{TFn\%} = \frac{\text{Número de fallas mecánicas}}{\text{Número de examinados}}</math> </div>	X		X		X		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia**

**Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ X ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]**

**Apellidos y nombres del juez validador. Mg. Molina Vílchez, Jaime E. DNI: 06019540**

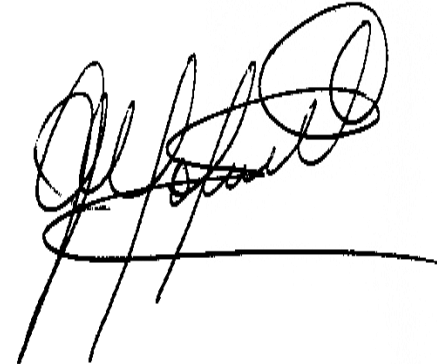
**Especialidad del validador: Ingeniero Industrial CIP 100497**

<sup>1</sup> **Coherencia:** El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

<sup>2</sup> **Relevancia:** El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup> **Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**03 de octubre 2021**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jaime E. Molina Vílchez', written over a horizontal dashed line.

**Firma del Experto Informante.**

Anexo 4: Maestro de maquinaria MN-DI-01

	A	B	C	D	N	O	P	
1	EQUIPOS Y MAQUINARIA							ALTA
2								398
3	MN-DI-01							BAJA
4								30
5	CODIGO	SISTEMA	DESCRIPCION	TIPO	DATOS TECNICOS	TIPO PROCESO	TIPO CONTACTO PRODUCTO	ESTADO
6	0101000	GENERAL DE EQUIPOS DE PLANTA	GENERAL DE EQUIPOS DE PLANTA					
7	0101010	CAMARA PP.TT 1	CAMARA PP.TT 1			ALMACENAMIENTO		
8	01010101	CAMARA PP.TT 1	COMPRESOR COPELAND DISCUS 1		FREON R 404 A	ALMACENA	SIN CONTACTO	
9	01010102	CAMARA PP.TT 1	COMPRESOR COPELAND DISCUS 2		FREON R 404 A	ALMACENA	SIN CONTACTO	ALTA
10	01010103	CAMARA PP.TT 1	COMPRESOR COPELAND DISCUS 3		FREON R 404 A	ALMACENA	SIN CONTACTO	ALTA
11	01010104	CAMARA PP.TT 1	TANQUE ACUMULADOR AIRMENDER 1			ALMACENA	SIN CONTACTO	ALTA
12	01010105	CAMARA PP.TT 1	RECEPTOR DE ACEITE EMERSON 1			ALMACENA	SIN CONTACTO	ALTA
13	01010106	CAMARA PP.TT 1	SEPARADOR DE ACEITE 1			ALMACENA	SIN CONTACTO	ALTA
14	01010107	CAMARA PP.TT 1	RECEPTOR DE LIQUIDO 1		P MAX 31 BAR	ALMACENA	SIN CONTACTO	ALTA
15	01010108	CAMARA PP.TT 1	EVAPORADOR MASTERPOL 1			ALMACENA	INDIRECTO	ALTA
16	01010109	CAMARA PP.TT 1	EVAPORADOR MASTERPOL 2			ALMACENA	INDIRECTO	ALTA
17	01010110	CAMARA PP.TT 1	EVAPORADOR MASTERPOL 3			ALMACENA	INDIRECTO	ALTA
18	01010111	CAMARA PP.TT 1	TABLERO ELECTRICO CMI			ALMACENA	SIN CONTACTO	ALTA
19	0101020	CAMARA PP.TT 2	CAMARA PP.TT 2			ALMACENAMIENTO		
20	01010201	CAMARA PP.TT 2	COMPRESOR COPELAND DISCUS 4		FREON R 404 A	ALMACENA	SIN CONTACTO	ALTA
21	01010202	CAMARA PP.TT 2	COMPRESOR COPELAND DISCUS 5		FREON R 404 A	ALMACENA	SIN CONTACTO	ALTA
22	01010203	CAMARA PP.TT 2	COMPRESOR COPELAND DISCUS 6		FREON R 404 A	ALMACENA	SIN CONTACTO	ALTA
23	01010204	CAMARA PP.TT 2	TANQUE ACUMULADOR AIRMENDER 2			ALMACENA	SIN CONTACTO	ALTA
24	01010205	CAMARA PP.TT 2	RECEPTOR DE ACEITE EMERSON 2			ALMACENA	SIN CONTACTO	ALTA
25	01010206	CAMARA PP.TT 2	SEPARADOR DE ACEITE 2			ALMACENA	SIN CONTACTO	ALTA
26	01010207	CAMARA PP.TT 2	RECEPTOR DE LIQUIDO 2		P MAX 31 BAR	ALMACENA	SIN CONTACTO	ALTA
27	01010208	CAMARA PP.TT 2	EVAPORADOR MASTERPOL 1			ALMACENA	INDIRECTO	ALTA
28	01010209	CAMARA PP.TT 2	EVAPORADOR MASTERPOL 2			ALMACENA	INDIRECTO	ALTA
29	01010210	CAMARA PP.TT 2	EVAPORADOR MASTERPOL 3			ALMACENA	INDIRECTO	ALTA
30	01010211	CAMARA PP.TT 2	TABLERO ELECTRICO CM2			ALMACENA	SIN CONTACTO	ALTA
31	0101030	EQUIPO DE CLIMATIZACION 1	EQUIPO DE CLIMATIZACION 1		R 404A, RANGO -5°c A + 5°c	GENERAL		
32	01010301	EQUIPO DE CLIMATIZACION 1	UNIDAD CONDENSADORA			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA
33	01010302	EQUIPO DE CLIMATIZACION 1	UNIDAD EVAPORADORA			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA
34	0101040	EQUIPO DE CLIMATIZACION 2	EQUIPO DE CLIMATIZACION 2		R 404A, RANGO -5°c A + 5°c	GENERAL		
35	01010401	EQUIPO DE CLIMATIZACION 2	UNIDAD CONDENSADORA			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA
36	01010402	EQUIPO DE CLIMATIZACION 2	UNIDAD EVAPORADORA			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA
37	0101050	TUNEL ESTATICO 1	TUNEL ESTATICO 1		R22	GENERAL		
38	01010501	TUNEL ESTATICO 1	COMPRESOR BITZER			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA
39	01010502	TUNEL ESTATICO 1	MOTOR ELECTRICO DELCROSA		3550 RPM, ROD. DEL 6314C3, POS 6314C3	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA
40	01010503	TUNEL ESTATICO 1	TANQUE SEPARADOR DE ACEITE BITZER		Vol 40 Lts, Pres Max 28 BAR	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA
41	01010504	TUNEL ESTATICO 1	TANQUE ENFRIADOR DE ACEITE BITZER		Vol 14 Lts, Pres Max 28 BAR	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA
42	01010505	TUNEL ESTATICO 1	INTERCAMBIADOR DE CALOR			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA
43	01010506	TUNEL ESTATICO 1	CONDENSADOR MULTITUBULAR		TIPO: STC 24-202	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA
44	01010507	TUNEL ESTATICO 1	TORRE DE ENFRIAMIENTO KINGSUN 1			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA
45	01010508	TUNEL ESTATICO 1	MOTOVENTILADORES - TORRE 1		875 RPM	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA
46	01010509	TUNEL ESTATICO 1	TABLERO DE CONTROL /SIST. ELECTRICO		3450 RPM, SUC/DES 3" X 3" , Q 8.5 l/s	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA

	A	B	C	D	I	N	O	P	
1									ALTA
2	<b>EQUIPOS Y MAQUINARIA</b>								398
3	<b>MN-DI-01</b>								BAJA
4									30
5	<b>CODIGO</b>	<b>SISTEMA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>TIPO</b>	<b>DATOS TECNICOS</b>	<b>TIPO PROCESO</b>	<b>TIPO CONTACTO PRODUCTO</b>	<b>ESTADO</b>	
6	<b>01010000</b>	<b>GENERAL DE EQUIPOS DE PLANTA</b>	<b>GENERAL DE EQUIPOS DE PLANTA</b>			<b>GENERAL</b>			
46	01010509	TUNEL ESTatico 1	TABLERO DE CONTROL /SIST. ELECTRICO		3450 RPM, SUCIDES 3" X 3", Q 8.5 l/s	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
47	01010510	TUNEL ESTatico 1	TANQUE RECEPTOR DE LIQUIDO			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
48	01010511	TUNEL ESTatico 1	EVAPORADOR - VENTILADOR 1			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
49	01010512	TUNEL ESTatico 1	EVAPORADOR - VENTILADOR 2			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
50	01010513	TUNEL ESTatico 1	EVAPORADOR - VENTILADOR 3			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
51	01010514	TUNEL ESTatico 1	EVAPORADOR - VENTILADOR 4			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
52	01010515	TUNEL ESTatico 1	EVAPORADOR - VENTILADOR 5			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
53	01010516	TUNEL ESTatico 1	ELECTROBOMBA HIDROSTAL - 1			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
54	<b>01010600</b>	<b>TUNEL ESTatico 2</b>	<b>TUNEL ESTatico 2</b>			<b>GENERAL</b>			
55	01010601	TUNEL ESTatico 2	COMPRESOR BITZER			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
56	01010602	TUNEL ESTatico 2	MOTOR ELECTRICO DELCROSA		3550 RPM, ROD. DEL 6314C3, POS 6314C3	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
57	01010603	TUNEL ESTatico 2	TANQUE SEPARADOR DE ACEITE BITZER		Vol 40 Lts, Pres Max 28 BAR	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
58	01010604	TUNEL ESTatico 2	TANQUE ENFRIADOR DE ACEITE BITZER		Vol 14 Lts, Pres Max 28 BAR	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
59	01010605	TUNEL ESTatico 2	INTERCAMBIADOR DE CALOR			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
60	01010606	TUNEL ESTatico 2	CONDENSADOR MULTITUBULAR		TIPO: STC 24-202	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
61	01010607	TUNEL ESTatico 2	TORRE DE ENFRIAMIENTO KINGSUN 1			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
62	01010608	TUNEL ESTatico 2	MOTOVENTILADORES - TORRE 1		875 RPM	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
63	01010609	TUNEL ESTatico 2	TABLERO DE CONTROL /SIST. ELECTRICO		3450 RPM, SUCIDES 3" X 3", Q 8.5 l/s	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
64	01010610	TUNEL ESTatico 2	TANQUE RECEPTOR DE LIQUIDO			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
65	01010611	TUNEL ESTatico 2	EVAPORADOR - VENTILADOR 1			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
66	01010612	TUNEL ESTatico 2	EVAPORADOR - VENTILADOR 2			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
67	01010613	TUNEL ESTatico 2	EVAPORADOR - VENTILADOR 3			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
68	01010614	TUNEL ESTatico 2	EVAPORADOR - VENTILADOR 4			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
69	01010615	TUNEL ESTatico 2	EVAPORADOR - VENTILADOR 5			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
70	01010616	TUNEL ESTatico 2	ELECTROBOMBA HIDROSTAL - 2			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
71	<b>01010700</b>	<b>TUNEL ESTatico 3</b>	<b>TUNEL ESTatico 3</b>			<b>GENERAL</b>			
72	01010701	TUNEL ESTatico 3	COMPRESOR TORNILLO 1 REFCOM			GENERAL	SIN CONTACTO	BAJA	
73	01010702	TUNEL ESTatico 3	TANQUE SEPARADOR DE ACEITE WTK		PS 32 BAR, PT 35,21 BAR, VOL 120 dm3	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
74	01010703	TUNEL ESTatico 3	CONDENSADOR TIPO FORZADO		MOTOVENTILADORES 09 PALETAS X 30", EJE 2	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
75	01010704	TUNEL ESTatico 3	TANQUE RECEPTOR DE LIQUIDO			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
76	01010705	TUNEL ESTatico 3	TANQUE DE BAJA - BUSTER			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
77	01010706	TUNEL ESTatico 3	ENFRIADOR DE ACEITE INTERCAL		Q AIRE 17000 M3/H, 13 LTS, MTORES 2 X 500 MM	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
78	01010707	TUNEL ESTatico 3	EVAPORADOR - VENTILADOR 1			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
79	01010708	TUNEL ESTatico 3	EVAPORADOR - VENTILADOR 2			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
80	01010709	TUNEL ESTatico 3	EVAPORADOR - VENTILADOR 3			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
81	01010710	TUNEL ESTatico 3	EVAPORADOR - VENTILADOR 4			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
82	01010711	TUNEL ESTatico 3	EVAPORADOR - VENTILADOR 5			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
83	01010712	TUNEL ESTatico 3	TABLERO DE CONTROL			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
84	01010713	TUNEL ESTatico 3	COMPRESOR SEMIHERMETICO BITZER		REFR 507 A	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
85	01010714	TUNEL ESTatico 3	ECONOMIZADOR			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	



	A	B	C	D	I	N	O	P	
1									ALTA
2	EQUIPOS Y MAQUINARIA								398
3									BAJA
4	MN-DI-01								30
5	CODIGO	SISTEMA	DESCRIPCION	TIPO	DATOS TECNICOS	TIPO PROCESO	TIPO CONTACTO PRODUCTO	ESTADO	
6	01010000	GENERAL DE EQUIPOS DE PLANTA	GENERAL DE EQUIPOS DE PLANTA						
85	01010714	TUNEL ESTatico 3	ECONOMIZADOR			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
86	01010800	TUNEL ESTatico 4	TUNEL ESTatico 4			GENERAL			
87	01010801	TUNEL ESTatico 4	COMPRESOR TORNILLO 2 REF.COM			GENERAL	SIN CONTACTO	BAJA	
88	01010802	TUNEL ESTatico 4	TANQUE SEPARADOR DE ACEITE WTK		PS 32 BAR, PT 35.21 BAR, VOL 120 dm3	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
89	01010803	TUNEL ESTatico 4	CONDENSADOR TIPO FORZADO		MOTOVENTILADORES 09 PALETAS X 30", EJE 2"	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
90	01010804	TUNEL ESTatico 4	TANQUE RECEPTOR DE LIQUIDO			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
91	01010805	TUNEL ESTatico 4	TANQUE DE BAJA - BUSTER			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
92	01010806	TUNEL ESTatico 4	ENFRIADOR DE ACEITE		Q AIRE 17000 M3/H, 13 LTS, MTORES 2 X 500 MM	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
93	01010807	TUNEL ESTatico 4	EVAPORADOR - VENTILADOR 1			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
94	01010808	TUNEL ESTatico 4	EVAPORADOR - VENTILADOR 2			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
95	01010809	TUNEL ESTatico 4	EVAPORADOR - VENTILADOR 3			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
96	01010810	TUNEL ESTatico 4	EVAPORADOR - VENTILADOR 4			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
97	01010811	TUNEL ESTatico 4	EVAPORADOR - VENTILADOR 5			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
98	01010812	TUNEL ESTatico 4	TABLERO DE CONTROL			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
99	01010813	TUNEL ESTatico 4	COMPRESOR ABIERTO BITZER		LP 19 BAR, HP 28 BAR, Refr. 507 A	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
100	01010814	TUNEL ESTatico 4	ECONOMIZADOR			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
101	01010900	CAMARA PP.TT 3 Y 4	CAMARA PP.TT 3 Y 4			ALMACENAMIENTO			
102	01010901	CAMARA PP.TT 3 Y 4	COMPRESOR PISTON MYCOM N42WBHE/78.2 kw		1000 rpm, temp cond 35°c, temp evap -33°c, 499 m3/h	ALMACENA	SIN CONTACTO	ALTA	
103	01010902	CAMARA PP.TT 3 Y 4	MOTOR ELECTRICO HP 63,32/1100 RPM		1100 rpm	ALMACENA	SIN CONTACTO	ALTA	
104	01010903	CAMARA PP.TT 3 Y 4	CONDENSADOR GUENTNERT 45 TR		T' cond 40°c, T' bulbo hum 24°c, ventilador 2HP. Bor	ALMACENA	SIN CONTACTO	ALTA	
105	01010904	CAMARA PP.TT 3 Y 4	RECIBIDOR DE LIQUIDO/TERMOSIFON 500 l		500 litros	ALMACENA	SIN CONTACTO	ALTA	
106	01010905	CAMARA PP.TT 3 Y 4	ESTANQUE DE BOMBEO 1		0.7 m diam x 2.0 m largo	ALMACENA	SIN CONTACTO	ALTA	
107	01010906	CAMARA PP.TT 3 Y 4	BOMBA DE AMONIACO HERMETIC 1		Q 3 m3/h, 40 mca	ALMACENA	SIN CONTACTO	ALTA	
108	01010907	CAMARA PP.TT 3 Y 4	BOMBA DE AMONIACO HERMETIC 2		Q 3 m3/h, 40 mca	ALMACENA	SIN CONTACTO	ALTA	
109	01010908	CAMARA PP.TT 3 Y 4	EVAP. 1- 3 VENT. - CAM. 3 - INTERCAL		Temp. Evap :-33° C, Sup 90mm, sep aletas 8 mm, des	ALMACENA	DIRECTO	ALTA	
110	01010909	CAMARA PP.TT 3 Y 4	EVAP. 2-2 VENT. - CAM. 3 - INTERCAL		Temp. Evap :-33° C, Sup 90mm, sep aletas 8 mm, des	ALMACENA	DIRECTO	ALTA	
111	01010910	CAMARA PP.TT 3 Y 4	EVAP. 1- 3 VENT. - CAM. 4 - INTERCAL		Temp. Evap :-33° C, Sup 90mm, sep aletas 8 mm, des	ALMACENA	DIRECTO	ALTA	
112	01010911	CAMARA PP.TT 3 Y 4	EVAP. 2-2 VENT. - CAM.4 - INTERCAL		Temp. Evap :-33° C, Sup 90mm, sep aletas 8 mm, des	ALMACENA	DIRECTO	ALTA	
113	01010912	CAMARA PP.TT 3 Y 4	TABLERO DE CONTROL			ALMACENA	SIN CONTACTO	ALTA	
114	01010913	CAMARA PP.TT 3 Y 4	COMPRESOR TORNILLO YANTAY			ALMACENA	SIN CONTACTO	ALTA	
115	01011000	CONGELADORES DE PLACAS	CONGELADORES DE PLACAS		54 kw/placa, temp evap -35°c	GENERAL			
116	01011001	CONGELADORES DE PLACAS	COMPRESOR 1 TORNILLO MYCOM		motor 103.09hp, 3550 rpm, T cond 35°c, Tevap -35° C	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
117	01011002	CONGELADORES DE PLACAS	COMPRESOR 2 TORNILLO MYCOM		motor 103.09hp, 3550 rpm, T cond 35°c, Tevap -35° C	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
118	01011003	CONGELADORES DE PLACAS	CONDENSADOR GUENTNERT 161 TR		Tcond 40°c, Tbulbo hum 24°c, ventilador 4*2HP. Bor	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
119	01011004	CONGELADORES DE PLACAS	RECIBIDOR LIQUIDO/TERMOSIFON 1200 l			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
120	01011005	CONGELADORES DE PLACAS	ESTANQUE DE BOMBEO 2		1.0 m diam x 2.2 m largo	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
121	01011006	CONGELADORES DE PLACAS	BOMBA DE AMONIACO HERMETIC 3		Q 3 m3/h, 40 mca	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
122	01011007	CONGELADORES DE PLACAS	BOMBA DE AMONIACO HERMETIC 4		Q 3 m3/h, 40 mca	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
123	01011008	CONGELADORES DE PLACAS	CONGELADOR DE PLACAS 1			GENERAL	DIRECTO	ALTA	
124	01011009	CONGELADORES DE PLACAS	CONGELADOR DE PLACAS 2			GENERAL	DIRECTO	ALTA	

	A	B	C	D	I	N	O	P	
1									ALTA
2	<b>EQUIPOS Y MAQUINARIA</b>								398
3									BAJA
4	<b>MN-DI-01</b>								30
5	<b>CODIGO</b>	<b>SISTEMA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>TIPO</b>	<b>DATOS TECNICOS</b>	<b>TIPO PROCESO</b>	<b>TIPO CONTACTO PRODUCTO</b>	<b>ESTADO</b>	
6	<b>0101000</b>	<b>GENERAL DE EQUIPOS DE PLANTA</b>	<b>GENERAL DE EQUIPOS DE PLANTA</b>						
125	01011010	CONGELADORES DE PLACAS	CONGELADOR DE PLACAS 3			GENERAL	DIRECTO	ALTA	
126	01011011	CONGELADORES DE PLACAS	TABLERO DE CONTROL			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
127	<b>01011100</b>	<b>PEDILUVIO - INGRESO</b>	<b>PEDILUVIO - INGRESO</b>			<b>GENERAL</b>			
128	01011101	PEDILUVIO - INGRESO	SECADORES DE MANOS			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
129	<b>01011200</b>	<b>RECEPCION MM.PP</b>	<b>RECEPCION MM.PP</b>			<b>GENERAL</b>			
130	01011201	RECEPCION MM.PP	BALANZA PLATAFORMA 1000 KG			GENERAL	DIRECTO	ALTA	
131	01011202	RECEPCION MM.PP	FAJA ELEVADORA DE MMPP			GENERAL	DIRECTO	ALTA	
132	01011203	RECEPCION MM.PP	BALANZA DE TOLVA 600 KG			GENERAL	DIRECTO	ALTA	
133	01011204	RECEPCION MM.PP	FAJA REJO REPRODUCTOR REJO				DIRECTO		
134	01011205	RECEPCION MM.PP	FAJA DE NUCA				DIRECTO		
135	01011206	RECEPCION MM.PP	FAJA DE TUBO 1				DIRECTO		
136	01011207	RECEPCION MM.PP	FAJA DE TUBO 2				DIRECTO		
137	01011208	RECEPCION MM.PP	FAJA DE ALETA				DIRECTO		
138	01011209	RECEPCION MM.PP	FAJA DE RESIDUOS				DIRECTO		
139	01011210	RECEPCION MM.PP	MESA DE FILETEO 1				DIRECTO		
140	01011211	RECEPCION MM.PP	MESA DE FILETEO 2				DIRECTO		
141	<b>01011300</b>	<b>CAMARA MM.PP</b>	<b>CAMARA MM.PP</b>			<b>GENERAL</b>			
142	<b>01011400</b>	<b>FILETEO</b>	<b>FILETEO</b>			<b>GENERAL</b>			
143	01011401	FILETEO	ESTACIONES DE LAVADO DE MANOS			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
144	01011402	FILETEO	PELADORA DE POTA INOX 1	MAQUINA CORTE		CEFALOPOI	DIRECTO	ALTA	
145	01011403	FILETEO	PELADORA DE POTA INOX 2			CEFALOPOI	DIRECTO	ALTA	
146	01011404	FILETEO	PELADORA DE POTA INOX 3			CEFALOPOI	DIRECTO	ALTA	
147	01011405	FILETEO	PELADORA DE POTA INOX 4			CEFALOPOI	DIRECTO	ALTA	
148	01011406	FILETEO	PELADORA DE POTA INOX 5			CEFALOPOI	DIRECTO	ALTA	
149	01011407	FILETEO	PELADORA DE POTA INOX 6 - TECMAQUIND			CEFALOPOI	DIRECTO	ALTA	
150	01011408	FILETEO	PORCIONADORA MAREL I-CUT 130			PESCADO	DIRECTO	ALTA	
151	01011409	FILETEO	BALANZA DINAMICA HOPPER - GR3505A01-60L			GENERAL	DIRECTO	ALTA	
152	01011410	FILETEO	CLASIFICADORA COMPACT GRADER CG62 XL			GENERAL	DIRECTO	ALTA	
153	01011411	FILETEO	FAJA SALIDA ICUT 130			PESCADO	DIRECTO	ALTA	
154	<b>01011500</b>	<b>LABORATORIO</b>	<b>LABORATORIO</b>			<b>GENERAL</b>			
155	01011501	LABORATORIO	MINIREFRIGERADOR			GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
156	01011502	LABORATORIO	BALANZA PARA HUMEDAD		cap max 51g, res 0.005g, ind cont hum 0.1-1%	GENERAL	SIN CONTACTO	ALTA	
157	<b>01011600</b>	<b>LAMINADO Y ANILLAS</b>	<b>LAMINADO Y ANILLAS</b>			<b>CEFALOPODOS</b>			
158	01011601	LAMINADO Y ANILLAS	LAMINADORA 1			CEFALOPOI	DIRECTO	BAJA	
159	01011602	LAMINADO Y ANILLAS	LAMINADORA 2			CEFALOPOI	DIRECTO	BAJA	
160	01011603	LAMINADO Y ANILLAS	EXTRACTOR DE VAHOS SIEMENS			CEFALOPOI	INDIRECTO	BAJA	
161	01011604	LAMINADO Y ANILLAS	RECTIFICADORES NEUMATICOS			CEFALOPOI	INDIRECTO	ALTA	
162	01011605	LAMINADO Y ANILLAS	MAQUINA CORTADORA DE RABAS			CEFALOPOI	DIRECTO	BAJA	
163	01011606	LAMINADO Y ANILLAS	LAMINADORA 3 DOBLE CORTE		Corte 1.5mm-5cm, motor 2.0 hp delcrosa, reductor 3	CEFALOPOI	DIRECTO	ALTA	
164	01011607	LAMINADO Y ANILLAS	CORTADORA DE REJOS ACERO INOX			CEFALOPOI	DIRECTO	ALTA	

	A	B	C	D	I	N	O	P	
1									ALTA
2	<b>EQUIPOS Y MAQUINARIA</b>								398
3									BAJA
4	<b>MN-DI-01</b>								30
5	<b>CODIGO</b>	<b>SISTEMA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>TIPO</b>	<b>DATOS TECNICOS</b>	<b>TIPO PROCESO</b>	<b>TIPO CONTACTO PRODUCTO</b>	<b>ESTADO</b>	
6	01010000	GENERAL DE EQUIPOS DE PLANTA	GENERAL DE EQUIPOS DE PLANTA						
165	01011608	LAMINADO Y ANILLAS	TENDERIZADORA HORIZONTAL TECMAQUIND			CEFALOPOI	DIRECTO	ALTA	
166	01011609	LAMINADO Y ANILLAS	CORTADORA DIAGONAL DE REJOS TECMAQUIND			CEFALOPOI	DIRECTO	ALTA	
167	01011700	SALA DE ENFRIADO	SALA DE ENFRIADO			GENERAL			
168	01011800	ENVASADO	ENVASADO			GENERAL			
169	01011801	ENVASADO	VENTILADORES PARA CONDENSACION			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
170	01011802	ENVASADO	TROMPO INOXIDABLE TRATAMIENTO		MOTOREDUCTOR 1HM43 RPM SIN FIN	CEFALOPOI	DIRECTO	BAJA	
171	01011803	ENVASADO	BOMBA DE RECIRCULACION AGUA				DIRECTO	ALTA	
172	01011900	SALA CONGELADORES DE PLACAS	SALA CONGELADORES DE PLACAS			GENERAL			
173	01011901	SALA CONGELADORES DE PLACAS	DESBLOCADORA DE AROS 7,5 KG			CEFALOPOI	DIRECTO	BAJA	
174	01011902	SALA CONGELADORES DE PLACAS	DESBLOCADORA DE AROS 10 KG			CEFALOPOI	DIRECTO	ALTA	
175	01011903	SALA CONGELADORES DE PLACAS	EXHAUSTOR DE AMONIACO EN CASO DE FUGA			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
176	01012000	EMPAQUE	EMPAQUE			GENERAL			
177	01012001	EMPAQUE	TERMOFORMADORA ENVASADORA MULTIVAC			PESCADO	DIRECTO	ALTA	
178	01012002	EMPAQUE	CHILLER DE ENFRIAMIENTO			PESCADO	INDIRECTO	ALTA	
179	01012003	EMPAQUE	TRANSF. DE AISLAMIENTO 440V/400V			PESCADO	SIN CONTACTO	ALTA	
180	01012004	EMPAQUE	CORTADORA ELECTRICA VERTICAL INOX 01 - SAGAS			PESCADO	DIRECTO	ALTA	
181	01012005	EMPAQUE	CODIFICADORA INKJET + FAJA - 01 VIDEOJET1210			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
182	01012006	EMPAQUE	EMPACADORA AL VACIO RAMON			PESCADO	DIRECTO	ALTA	
183	01012007	EMPAQUE	MESA ENSUNCHADORA			GENERAL	DIRECTO	ALTA	
184	01012008	EMPAQUE	COSEDORA DE SACOS			GENERAL	INDIRECTO	BAJA	
185	01012009	EMPAQUE	VENTILADORES PARA CONDENSACION			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
186	01012010	EMPAQUE	CORTADORA ELECTRICA VERTICAL 02 GALV			PESCADO	DIRECTO	BAJA	
187	01012011	EMPAQUE	DETECTOR DE METALES METTLER TOLEDO - SAFELINE			GENERAL	DIRECTO	ALTA	
188	01012012	EMPAQUE	EMPACADORA DOBLE CAMPANA MULTIVAC C-550			PESCADO	DIRECTO	ALTA	
189	01012013	EMPAQUE	SELLADORA AUTOMATICA DE BOLSAS CON FAJA PLEXPACK			GENERAL	DIRECTO	ALTA	
190	01012014	EMPAQUE	GLASEADOR VERTICAL NEUMATICO			PESCADO	DIRECTO	ALM	
191	01012015	EMPAQUE	GLASEADOR HORIZONTAL POR FAJA			PESCADO	DIRECTO	ALM	
192	01012016	EMPAQUE	CODIFICADORA INKJET + FAJA - 02 VIDEOJET1220			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
193	01012017	EMPAQUE	CODIFICADORA INKJET DOBLE CABEZAL - MULTIVAC			GENERAL	INDIRECTO	ALTA	
194	01012018	EMPAQUE	CORTADORA ELECTRICA VERTICAL INOX 02 - REPOT			PESCADO	DIRECTO	ALTA	
195	01012019	EMPAQUE	TRANSPORTADOR ELEVADOR - MAREL A127064			PESCADO	DIRECTO	ALTA	
196	01012020	EMPAQUE	FAJA ALIMENTADORA - MAREL A126333			PESCADO	DIRECTO	ALTA	
197	01012021	EMPAQUE	BALANZA DINAMICA - MAREL A126334			PESCADO	DIRECTO	ALTA	
198	01012022	EMPAQUE	UNIDAD DE DESCARGA - MAREL A126335			PESCADO	DIRECTO	ALTA	
199	01012023	EMPAQUE	CORTADORA ELECTRICA VERTICAL INOX 03 - TEQMAQUIND			PESCADO	DIRECTO	ALTA	
200	01012024	EMPAQUE	CLASIFICADORA TARGETBATCHER - MAREL A127064			GENERAL	DIRECTO	ALTA	
201	01012025	EMPAQUE	FAJA TRANSPORTADORA ELEVADORA 1			PESCADO	DIRECTO	ALTA	
202	01012026	EMPAQUE	TRASPALETAS HIDRAULICAS			PESCADO	INDIRECTO	ALTA	
203	01012027	EMPAQUE	CODIFICADORA INKJET + FAJA - 03 VIDEOJET 1520			PESCADO	INDIRECTO	ALTA	
204	01012028	EMPAQUE	EMPACADORA DOBLE CAMPANA XTRAVAC CM780 - 1			PESCADO	DIRECTO	ALTA	

## EQUIPOS Y MAQUINARIA

MN-DI-01

CODIGO	SISTEMA	DESCRIPCION	TIPO	DATOS TECNICOS
<b>01012700</b>	<b>DISTRIBUCION DE AGUA</b>	<b>DISTRIBUCION DE AGUA</b>		
01012701	DISTRIBUCION DE AGUA	BOMBA RECEPCION 5.7 HP		
01012702	DISTRIBUCION DE AGUA	BOMBA TANQUE CISTERNA 5.7 HP		
01012703	DISTRIBUCION DE AGUA	BOMBA TANQUE ELEVADO 5.7 HP		
01012704	DISTRIBUCION DE AGUA	BOMBA DOSIFICADORA HIPOCLORITO		
01012705	DISTRIBUCION DE AGUA	MEDIDORES DE AGUA		
01012706	DISTRIBUCION DE AGUA	BOMBA ACCESITARIA TUNELES 5.7 HP		
01012707	DISTRIBUCION DE AGUA	BOMBA 2 TANQUE ELEVADO B1.5C-3.4T		
<b>01012800</b>	<b>ENERGIA E ILUMINACION</b>	<b>ENERGIA E ILUMINACION</b>		
01012801	ENERGIA E ILUMINACION	LUCES DE EMERGENCIA		
01012802	ENERGIA E ILUMINACION	SECCIONADOR DE POTENCIA 24 KV		
01012803	ENERGIA E ILUMINACION	TRANSFORMADOR 800 KW		
01012804	ENERGIA E ILUMINACION	BANCO DE CONDESADORES 1 - 440/800 KVA		
01012805	ENERGIA E ILUMINACION	TABLEROS DE DISTR. 440/220 V - 800 KW		
01012806	ENERGIA E ILUMINACION	TRANSFORMADOR 500 KW		
01012807	ENERGIA E ILUMINACION	TABLEROS DE DISTR. 440/220 V - 500 KW		
01012808	ENERGIA E ILUMINACION	BANCO DE CONDESADORES 2 - 500 KVA		
01012809	ENERGIA E ILUMINACION	SISTEMA MEDICION MEDIA TENSION - TRAFOMIX		
01012810	ENERGIA E ILUMINACION	ILUMINACION PERIMETRICA INTERNA 250 W		
01012811	ENERGIA E ILUMINACION	SISTEMA DE PROTECCION RECLOSER		
01012812	ENERGIA E ILUMINACION	TRANSFORMADOR 2000 KVA		
01012813	ENERGIA E ILUMINACION	TABLERO DE DISTR. 440 - 2000 KVA		
01012814	ENERGIA E ILUMINACION	BANCO DE CONDESADORES 1 - 2000 KVA		
<b>01012900</b>	<b>EFLUENTES</b>	<b>EFLUENTES</b>		
01012901	EFLUENTES	BOMBA DE RESIDUOS		
<b>01013000</b>	<b>MONITOREO DE EQUIPOS</b>	<b>MONITOREO DE EQUIPOS</b>		
01013001	MONITOREO DE EQUIPOS	TERMOREGISTRADORES - SITRAD		
<b>01013100</b>	<b>VEHICULOS y MAQUINARIA PESADA</b>	<b>VEHICULOS y MAQUINARIA PESADA</b>		
01013101	VEHICULOS y MAQUINARIA PESADA	MINIBUS HYUNDAI		
01013102	VEHICULOS y MAQUINARIA PESADA	CAMARA ISOTERMICA		
01013103	VEHICULOS y MAQUINARIA PESADA	CAMARA TERMICA DODGE		
01013104	VEHICULOS y MAQUINARIA PESADA	CAMIONETA PICKUP VOLKSWAGEN AMAROK POWR PLUS 4X4		
01013105	VEHICULOS y MAQUINARIA PESADA	OMNIBUS CHANGAN INCAPOWER METROGAS		
01013106	VEHICULOS y MAQUINARIA PESADA	AUTOMOVIL MECANICO TOYOTA COROLA		
<b>01013200</b>	<b>CAMARA DE ALMACENAMIENTO DE MEDIA TEMPERATURA</b>	<b>CAMARA DE ALMACENAMIENTO DE MEDIA TEMPERATURA</b>		
01013201	CAMARA DE ALMACENAMIENTO DE MEDIA TEMPERATURA	UNIDAD EVAPORADORA 03 VENTILADORES MIPAL / COMP INGERSOLLRAND		
01013202	CAMARA DE ALMACENAMIENTO DE MEDIA TEMPERATURA	UNIDAD CONDENSADORA KRACK		
<b>01013300</b>	<b>TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES ANTIGUO</b>	<b>TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES ANTIGUO</b>		
01013301	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES ANTIGUO	BOMBA SUMERGIBLE 2KW * 2"1/2" * 2"1/2"		
01013302	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES ANTIGUO	TROMMEL ROTATIVO		
01013303	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES ANTIGUO	BOMBA LIMPIEZA DE TROMEL HIDROSTAL		
01013304	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES ANTIGUO	BLOWER PARA AIREACION 1		
01013305	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES ANTIGUO	BLOWER PARA AIREACION 2		
01013306	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES ANTIGUO	BOMBA A TANQUE TRAT. QUIMICO		
01013307	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES ANTIGUO	TANQUE TRATAMIENTO QUIMICO C/ O2 AGITADORES		
01013308	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES ANTIGUO	DOSIFICADOR QUIMICO FLOCULADOR		
01013309	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES ANTIGUO	DOSIFICADOR QUIMICO COAGULANTE		
01013310	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES ANTIGUO	SKIMMER - SISTEMA DAF		
01013311	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES ANTIGUO	BOMBA DE MICROBURBUJAS 1		
01013312	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES ANTIGUO	BOMBA DE MICROBURBUJAS 2		
01013313	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES ANTIGUO	TABLERO ELECTRICO DAF		
01013314	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES ANTIGUO	BOMBA NETZCH TORNILLO		
01013315	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES ANTIGUO	MOTOBOMBA EVACUACION AGUAS TRATADAS		

## EQUIPOS Y MAQUINARIA

MN-DI-01

CODIGO	SISTEMA	DESCRIPCION	TIPO	DATOS TECNICOS
<b>01013400</b>	<b>PLANTA TRATAMIENTO ECOFIL AGUAS DOMESTICAS</b>	<b>PLANTA TRATAMIENTO ECOFIL AGUAS DOMESTICAS</b>		
01013401	PLANTA TRATAMIENTO ECOFIL AGUAS DOMESTICAS	BOMBA SUMERGIBLES 1		
01013402	PLANTA TRATAMIENTO ECOFIL AGUAS DOMESTICAS	BOMBA SUMERGIBLES 2		
01013403	PLANTA TRATAMIENTO ECOFIL AGUAS DOMESTICAS	CAJA MEDIDOR DE CAUDAL		
01013404	PLANTA TRATAMIENTO ECOFIL AGUAS DOMESTICAS	REACTOR BIOLÓGICO / SEDIMENTADOR		
01013405	PLANTA TRATAMIENTO ECOFIL AGUAS DOMESTICAS	SISTERMA DE AIREACION		
01013406	PLANTA TRATAMIENTO ECOFIL AGUAS DOMESTICAS	TANQUE DE CONTACTO		
01013407	PLANTA TRATAMIENTO ECOFIL AGUAS DOMESTICAS	SISTEMA DOSIFICACION DE QUIMICOS		
01013408	PLANTA TRATAMIENTO ECOFIL AGUAS DOMESTICAS	FILTRO TRAMPA		
01013409	PLANTA TRATAMIENTO ECOFIL AGUAS DOMESTICAS	BOMBA CENTRIFUGA		
01013410	PLANTA TRATAMIENTO ECOFIL AGUAS DOMESTICAS	FILTRO CUARZO		
01013411	PLANTA TRATAMIENTO ECOFIL AGUAS DOMESTICAS	TABLERO DE CONTROL + PLC		
01013412	PLANTA TRATAMIENTO ECOFIL AGUAS DOMESTICAS	INSTALACIONES PVC		
<b>01013500</b>	<b>EQUIPOS DE LAVANDERIA</b>	<b>EQUIPOS DE LAVANDERIA</b>		
01013501	EQUIPOS DE LAVANDERIA	LAVADORA INDUSTRIAL 25 KG		
01013502	EQUIPOS DE LAVANDERIA	SECADORA INDUSTRIAL 25 KG		
<b>01013600</b>	<b>ELIMINACION DE RESIDUOS</b>	<b>ELIMINACION DE RESIDUOS</b>		
<b>01013700</b>	<b>LAVADO DE MATERIALES</b>	<b>LAVADO DE MATERIALES</b>		
01013701	LAVADO DE MATERIALES	LAVADORA DE CAJAS ACERO INOX C/FAJA		
01013702	LAVADO DE MATERIALES	HIDROLAVADORA 300 BAR NESINPER		
01013703	LAVADO DE MATERIALES	HIDROLAVADORA MOVIL		
<b>01013800</b>	<b>EQUIPOS ZONA INYECCION ATMOSFERA MODIFICADA</b>	<b>EQUIPOS ZONA INYECCION ATMOSFERA MODIFICADA</b>		
01013801	EQUIPOS ZONA INYECCION ATMOSFERA MODIFICADA	LINEA DE GAS		
01013802	EQUIPOS ZONA INYECCION ATMOSFERA MODIFICADA	CAMPANA EXTRACTORA 3640 M3/H X02		
01013803	EQUIPOS ZONA INYECCION ATMOSFERA MODIFICADA	BALANZA DE PESAJE DE CONSUMO		
<b>01013900</b>	<b>SISTEMA DE ABLANDAMIENTO DE AGUA</b>	<b>SISTEMA DE ABLANDAMIENTO DE AGUA</b>		
01013901	SISTEMA DE ABLANDAMIENTO DE AGUA	BOMBA ABASTECIMIENTO DE TUNELES 1 Y 2 HIDROSTAL 1.4		
01013902	SISTEMA DE ABLANDAMIENTO DE AGUA	BOMBA ABASTECIMIENTO DE CALDEROS HIDROSTAL 1.4 HP		
01013903	SISTEMA DE ABLANDAMIENTO DE AGUA	BOMBA ABASTECIMIENTO CAMARA 3 Y 4 HIDROSTAL 1.9 HP		
<b>01014000</b>	<b>SISTEMA DE ENFRIAMIENTO AGUA POTABLE - CHILLER</b>	<b>SISTEMA DE ENFRIAMIENTO AGUA POTABLE - CHILLER</b>		
01014001	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO AGUA POTABLE - CHILLER	SERPENTIN DE 2" DE DIAMETRO x14 MT DE LARGO		
01014002	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO AGUA POTABLE - CHILLER	BOMBA HIDROSTAL 3.4 HP - CHILLER		
01014003	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO AGUA POTABLE - CHILLER	TANQUE PARA AGUA N° 01		
01014004	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO AGUA POTABLE - CHILLER	TANQUE PARA AGUA N° 02		
<b>01014100</b>	<b>SISTEMA DE AGUA CONTRAINCENDIO</b>	<b>SISTEMA DE AGUA CONTRAINCENDIO</b>		
<b>01014200</b>	<b>CLIMATIZACION DE SALAS</b>	<b>CLIMATIZACION DE SALAS</b>		
01014201	CLIMATIZACION DE SALAS	COMPRESOR CLIMATIZACION		
01014202	CLIMATIZACION DE SALAS	CONDENSADORES CLIMATIZACION		
01014203	CLIMATIZACION DE SALAS	EVAPORADOR RECEPCION (01)		
01014204	CLIMATIZACION DE SALAS	EVAPORADORES FILETEO (04)		
01014205	CLIMATIZACION DE SALAS	EVAPORADORES ENVASADO (02)		
01014206	CLIMATIZACION DE SALAS	EVAPORADORES PLACAS (01)		
01014207	CLIMATIZACION DE SALAS	EVAPORADORES EMPAQUE (03)		
01014208	CLIMATIZACION DE SALAS	EVAPORADORES EMBARQUE (01)		
<b>01014300</b>	<b>PRODUCTOR DE HIELO ESCAMAS</b>	<b>PRODUCTOR DE HIELO ESCAMAS</b>		
01014301	PRODUCTOR DE HIELO ESCAMAS	MAQUINA HIELO ESCAMAS		Frreon,
01014302	PRODUCTOR DE HIELO ESCAMAS	UNIDAD COMPRESORA BITZER		
01014303	PRODUCTOR DE HIELO ESCAMAS	CONDENSADOR DE AIRE		
01014304	PRODUCTOR DE HIELO ESCAMAS	BOMBA AGUA		

## EQUIPOS Y MAQUINARIA

MN-DI-01

CODIGO	SISTEMA	DESCRIPCION	TIPO	DATOS TECNICOS
01014400	VENTILADORES ANTICONDENSADO PLANTA	VENTILADORES ANTICONDENSADO PLANTA		
01014400	VENTILADORES ANTICONDENSADO	VENTILADORES ANTICONDENSADO ENVASADO		
01014400	VENTILADORES ANTICONDENSADO	VENTILADORES ANTICONDENSADO ENFRIAMIENTO		
01014400	VENTILADORES ANTICONDENSADO	VENTILADORES ANTICONDENSADO ENVASADO		
01014400	VENTILADORES ANTICONDENSADO	VENTILADORES ANTICONDENSADO EMPAQUE		
01014400	VENTILADORES ANTICONDENSADO	VENTILADORES ANTICONDENSADO PLACAS		
01014500	SISTEMA DE GENERACION DE ENERGIA	SISTEMA DE GENERACION DE ENERGIA		
01014501	SISTEMA DE GENERACION DE ENERGIA	GENERADOR ELECTRICO VOLVO PENTA		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	ELECTROBOMBA SUMERGIBLE 2.2HP		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	ELECTROBOMBA SUMERGIBLE 2HP		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	ELECTROBOMBA SUMERGIBLE AUXILIAR PEDROLLO 0.85HP 1A		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	ELECTROBOMBA TANQUE COLECTOR		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	TROMMEL ROTATIVO		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	ELECTROBOMBA LIMPIEZA DE TROMEL HIDROSTAL		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	ELECTROBOMBA RETORNO A POZA RECEPCION		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	ELECTROBOMBA POZO AIREACION-TRATAMIENTO		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	AGITADOR REACTOR COAGULANTE		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	AGITADOR REACTOR FLOCULANTE		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	AGITADOR TANQUE MEZCLA COAGULANTE 1		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	AGITADOR TANQUE MEZCLA COAGULANTE 2		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	AGITADOR TANQUE MEZCLA FLOCULANTE		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	DOSIFICADOR COAGULANTE 1		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	DOSIFICADOR COAGULANTE 2		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	DOSIFICADOR FLOCULANTE		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	ELECTROBOMBA MICROBURBUJAS 1		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	ELECTROBOMBA MICROBURBUJAS 2		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	SOPLADOR 1 POZA AIREACION 15HP		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	SOPLADOR 2 POZA AIREACION 15 HP		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	ELECTROBOMBA TORNILLO NETZCH		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	ELECTROBOMBA DE AGUA TRATADA		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	ELECTROBOMBA A EMISOR		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	SOPLADOR AUXILIAR 01 4.6 HP		
01014600	SIST. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INDUST. 20 M3/H	SOPLADOR AUXILIAR 02 4.6 HP		
01014700	SISTEMA DE CAMARAS PP.TT 4 Y 5	SISTEMA DE CAMARAS PP.TT 4 Y 5		
01014701	SISTEMA DE CAMARAS PP.TT 4 Y 5	COMPRESOR TORNILLO 1 N160VMD-HX - N°16350161		
01014702	SISTEMA DE CAMARAS PP.TT 4 Y 5	MOTOR ELECTRICO DE COMPRESOR 1		
01014703	SISTEMA DE CAMARAS PP.TT 4 Y 5	SEPARADOR DE ACEITE		
01014704	SISTEMA DE CAMARAS PP.TT 4 Y 5	ENFRIADOR DE ACEITE		
01014705	SISTEMA DE CAMARAS PP.TT 4 Y 5	ECONOMIZADOR		
01014706	SISTEMA DE CAMARAS PP.TT 4 Y 5	BOMBA DE ACEITE		
01014707	SISTEMA DE CAMARAS PP.TT 4 Y 5	TANQUE ALTA RECEPTOR DE LIQUIDO		
01014708	SISTEMA DE CAMARAS PP.TT 4 Y 5	TANQUE BAJA RECEPTOR DE LIQUIDO		
01014709	SISTEMA DE CAMARAS PP.TT 4 Y 5	BOMBA AMONIACO 1		
01014710	SISTEMA DE CAMARAS PP.TT 4 Y 5	BOMBA AMONIACO 2		
01014711	SISTEMA DE CAMARAS PP.TT 4 Y 5	CONDENSADOR EVAPORATIVO 01		
01014712	SISTEMA DE CAMARAS PP.TT 4 Y 5	EVAP. 1 - 2 VENT. - CAM. 4		
01014713	SISTEMA DE CAMARAS PP.TT 4 Y 5	EVAP. 2 - 2 VENT. - CAM. 4		
01014714	SISTEMA DE CAMARAS PP.TT 4 Y 5	EVAP. 3 - 2 VENT. - CAM. 4		
01014715	SISTEMA DE CAMARAS PP.TT 4 Y 5	TABLERO HMI EVAPORADORES		
01014716	SISTEMA DE CAMARAS PP.TT 4 Y 5	TABLERO CONTROL EVAPORADORES		
01014717	SISTEMA DE CAMARAS PP.TT 4 Y 5	TABLERO CONTROL CONDENSADORES		
01014718	SISTEMA DE CAMARAS PP.TT 4 Y 5	TABLERO FUERZA COMPRESOR TORNILLO 1		

## EQUIPOS Y MAQUINARIA

MN-DI-01

CODIGO	SISTEMA	DESCRIPCION	TIPO	DATOS TECNICOS
01014800	EMBARQUE 2	EMBARQUE 2		
01014801	EMBARQUE 2	PUERTA CORREDIZA ELECTRICA 1 EMBARQUE		
01014802	EMBARQUE 2	PUERTA CORREDIZA ELECTRICA 2 EMBARQUE		
01014803	EMBARQUE 2	RAMPA DE CARGA CON EXTENSION 1		
01014804	EMBARQUE 2	RAMPA DE CARGA CON EXTENSION 2		
01014805	EMBARQUE 2	PUERTA MANUAL INGRESO DE MONTACARGAS		
01014806	EMBARQUE 2	CARGADOR DE BATERIA- APILADOR CROWN RR5700S		
01014807	EMBARQUE 2	CARGADOR DE BATERIA- APILADOR CROWN ESR5240		
01014900	SIST. VAPOR 13800 Lb/Hr. A 212°F	CALDERO PIROTUBULAR HORIZONTAL 400 BHP DE 3 PASES	ESPALDA HUMEDA(Wetback)	
01014901	HIDROLAVADORA 193 BAR	HIDROLAVADORA 193 BAR		
01014902	HIDROLAVADORA 200 BAR PTARI	HIDROLAVADORA 200 BAR PTARI		
01015000				
01015100				
01030000	EQUIPOS DE SEGURIDAD	EQUIPOS DE SEGURIDAD		
01030001	EQUIPOS DE SEGURIDAD	EXTINTORES		
01040000	MAQUINA HERRAMIENTAS	MAQUINA HERRAMIENTAS		
01040001	MAQUINA HERRAMIENTAS	MOLADORA ELECTRICA 4"		
01040002	MAQUINA HERRAMIENTAS	ESMERIL DE BANCO		
01040003	MAQUINA HERRAMIENTAS	MAQUINA DE SOLDAR ELECTRICA		
01040004	MAQUINA HERRAMIENTAS	MAQUINA SOLDADURA OXIACETILENICA		
01040005	MAQUINA HERRAMIENTAS	TALADRO ELECTRICO MANUAL		
01040006	MAQUINA HERRAMIENTAS	HERRAMIENTAS MANUALES		
01040007	MAQUINA HERRAMIENTAS	MAQUINA SOLDAR ELECTRONICA TIG		
01040008	MAQUINA HERRAMIENTAS	PISTOLA DE CALOR		
01040009	MAQUINA HERRAMIENTAS	BOMBA DE VACIO		
01040010	MAQUINA HERRAMIENTAS	ESCALERAS METALICAS PORTATILES		
01040011	MAQUINA HERRAMIENTAS	TALADRO D/COLUMNA 1500 W		
01050000	MATERIALES DE PRODUCCION	MATERIALES DE PRODUCCION		
01050001	MATERIALES DE PRODUCCION	BANDEJAS DE TUNEL		
01050002	MATERIALES DE PRODUCCION	AROS DE ALUMINIO		
01050003	MATERIALES DE PRODUCCION	RACKS DE TUNEL		
01050004	MATERIALES DE PRODUCCION	PARIHUELAS DE MADERA - CAMARA		
01050005	MATERIALES DE PRODUCCION	DYNOS DE PLASTICO TERMICO		
01050006	MATERIALES DE PRODUCCION	PLANCHAS PARA CONGELAMIENTO DE PERICO		
01050007	MATERIALES DE PRODUCCION	PARIHUELAS DE PLASTICO		
01050008	MATERIALES DE PRODUCCION	MESAS ACERO INOX		
01050009	MATERIALES DE PRODUCCION	CARRITOS DE TRANSPORTE		
01050010	MATERIALES DE PRODUCCION	JALADORES DE INOX		
01050011	MATERIALES DE PRODUCCION	MATERIALES LIMPIEZA/DESINFECCION		
01050012	MATERIALES DE PRODUCCION	CANASTILLAS INOX DE COCINA		
01050013	MATERIALES DE PRODUCCION	TINAS ENFRIAMIENTO		
01060000	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL		
01070000	MUEBLES Y ENSERES	MUEBLES Y ENSERES		
01070100	MUEBLES Y ENSERES	GERENCIA		
01070200	MUEBLES Y ENSERES	OFICINAS ADMINISTRATIVAS		
01070300	MUEBLES Y ENSERES	CONTABILIDAD		
01070400	MUEBLES Y ENSERES	RR.HH		
01070500	MUEBLES Y ENSERES	MANTENIMIENTO		
01070600	MUEBLES Y ENSERES	ASEG. CALIDAD		
01070700	MUEBLES Y ENSERES	SERVIDORES		
01080000	EQUIPOS DE PROCESAMIENTO DE INFORMACION	EQUIPOS DE PROCESAMIENTO DE INFORMACION		
02010000	EQUIPOS ADMINISTRACION	EQUIPOS ADMINISTRACION		
02010100	GERENCIA	GERENCIA		

## EQUIPOS Y MAQUINARIA

MN-DI-01

CODIGO	SISTEMA	DESCRIPCION	TIPO	DATOS TECNICOS
02011400	COMERCIO	COMERCIO		
02011401	COMERCIO	AIRE ACONDICIONADO - COMERCIO		
02011500	CERTIFICACIONES	CERTIFICACIONES		
02011600	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL		
02011700	PRODUCTO TERMINADO	PRODUCTO TERMINADO		
02011800	LOGISTICA - ALMACEN	LOGISTICA - ALMACEN		
02011900	ALMACEN DE PRODUCCION	ALMACEN DE PRODUCCION		
02011901	ALMACEN DE PRODUCCION	CONSOLA DE SONIDO 1000W		
02012000	ALMACENES VARIOS	ALMACENES VARIOS TUNEL ESTATICO 1		
02012100	DORMITORIO	DORMITORIO TUNEL ESTATICO 1		
02012200	VESTUARIO OBREROS HOMBRES	VESTUARIO OBREROS HOMBRES TUNEL ESTATICO 1		
02012300	VESTUARIO OBREROS MUJERES	VESTUARIO OBREROS MUJERES TUNEL ESTATICO 1		
02012400	LAVANDERIA	LAVANDERIA TUNEL ESTATICO 1		
02012500	GARITA - VIGILANCIA	GARITA - VIGILANCIA TUNEL ESTATICO 1		
02012600	LACTARIO	LACTARIO TUNEL ESTATICO 1		
02070000	MUEBLES Y ENSERES	MUEBLES Y ENSERES		
02070100	GERENCIA	MUEBLES Y ENSERES GERENCIA		
02070101	OFICINAS ADMINISTRATIVAS	CORTINAS PLASTICAS		
02070200	OFICINAS ADMINISTRATIVAS	OFICINAS ADMINISTRATIVAS TUNEL ESTATICO 1		
02070201	OFICINAS ADMINISTRATIVAS	CORTINAS PLASTICAS		
02070300	CONTABILIDAD	CONTABILIDAD TUNEL ESTATICO 1		
02070301	OFICINAS ADMINISTRATIVAS	CORTINAS PLASTICAS		
02070400	RECURSOS HUMANOS	RECURSOS HUMANOS TUNEL ESTATICO 1		
02070500	MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO TUNEL ESTATICO 1		
02070600	PRODUCCION	PRODUCCION TUNEL ESTATICO 1		
02070700	ASEG. CALIDAD	ASEG. CALIDAD TUNEL ESTATICO 1		
02070800	SERVIDORES	SERVIDORES TUNEL ESTATICO 1		
02070900	EQUIPOS TOPICO	EQUIPOS TOPICO TUNEL ESTATICO 1		
02071000	EQUIPOS OFICINAS T.L.	EQUIPOS OFICINAS T.L. TUNEL ESTATICO 1		
02071100	EQUIPOS CIRCUITO CERRADO VIDEOCAMARAS	EQUIPOS CIRCUITO CERRADO VIDEOCAMARAS TUNEL ESTATICO 1		
02071200	SISTEMA DE ILUMINACION Y ENERGIA OFICINAS	SISTEMA DE ILUMINACION Y ENERGIA OFICINAS TUNEL ESTATICO 1		
02071300	EQUIPOS COMEDORES	EQUIPOS COMEDORES TUNEL ESTATICO 1		
02071400	COMERCIO	COMERCIO TUNEL ESTATICO 1		
02071500	CERTIFICACIONES	CERTIFICACIONES TUNEL ESTATICO 1		
02071600	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL TUNEL ESTATICO 1		
02071700	PRODUCTO TERMINADO	PRODUCTO TERMINADO TUNEL ESTATICO 1		
02071800	LOGISTICA - ALMACEN	LOGISTICA - ALMACEN TUNEL ESTATICO 1		
02071900	ALMACEN DE PRODUCCION	ALMACEN DE PRODUCCION TUNEL ESTATICO 1		
02072000	ALMACENES VARIOS	ALMACENES VARIOS TUNEL ESTATICO 1		
02072100	DORMITORIO	DORMITORIO TUNEL ESTATICO 1		
02072200	VESTUARIO OBREROS HOMBRES	VESTUARIO OBREROS HOMBRES TUNEL ESTATICO 1		
02072300	VESTUARIO OBREROS MUJERES	VESTUARIO OBREROS MUJERES TUNEL ESTATICO 1		
02072400	LAVANDERIA	LAVANDERIA TUNEL ESTATICO 1		
02072500	GARITA - VIGILANCIA	GARITA - VIGILANCIA TUNEL ESTATICO 1		
02072600	LACTARIO	LACTARIO TUNEL ESTATICO 1		



## EQUIPOS Y MAQUINARIA

MN-DI-01

CODIGO	SISTEMA	DESCRIPCION	TIPO	DATOS TECNICOS	TIPO PROCESO
02080000	EQUIPOS PROCESAMIENTO INFORMACION	EQUIPOS PROCESAMIENTO INFORMACION			
02080100	GERENCIA	MUEBLES Y ENSERES GERENCIA			
02080101	GERENCIA	COMPUTADORAS			
02080102	GERENCIA	IMPRESORAS			
02080200	OFICINAS ADMINISTRATIVAS	OFICINAS ADMINISTRATIVAS TUNEL ESTatico 1			
02080201	OFICINAS ADMINISTRATIVAS	COMPUTADORAS			
02080202	OFICINAS ADMINISTRATIVAS	IMPRESORAS			
02080300	CONTABILIDAD	CONTABILIDAD TUNEL ESTatico 1			
02080301	CONTABILIDAD	COMPUTADORAS			
02080302	CONTABILIDAD	IMPRESORAS			
02080400	RECURSOS HUMANOS	RECURSOS HUMANOS TUNEL ESTatico 1			
02080401	RECURSOS HUMANOS	COMPUTADORAS			
02080402	RECURSOS HUMANOS	IMPRESORAS			
02080500	MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO TUNEL ESTatico 1			
02080501	MANTENIMIENTO	COMPUTADORAS			
02080502	MANTENIMIENTO	IMPRESORAS			
02080600	PRODUCCION	PRODUCCION TUNEL ESTatico 1			
02080601	PRODUCCION	COMPUTADORAS			
02080602	PRODUCCION	IMPRESORAS			
02080700	ASEG. CALIDAD	ASEG. CALIDAD TUNEL ESTatico 1			
02080701	ASEG. CALIDAD	COMPUTADORAS			
02080702	ASEG. CALIDAD	IMPRESORAS			
02080703	ASEG. CALIDAD	TABLETS Y DISPOSITIVOS MOVILES			
02080800	SERVIDORES	SERVIDORES TUNEL ESTatico 1			
02080801	SERVIDORES	SERVIDORES			
02080802	SERVIDORES	COMPUTADORAS			
02080803	SERVIDORES	EQUIPOS TELEFONICOS			
02080900	EQUIPOS TOPICO	EQUIPOS TOPICO TUNEL ESTatico 1			
02081000	EQUIPOS OFICINAS T.I.	EQUIPOS OFICINAS T.I. TUNEL ESTatico 1			
02081001	EQUIPOS OFICINAS T.I.	COMPUTADORAS			
02081002	EQUIPOS OFICINAS T.I.	IMPRESORAS			
02081100	EQUIPOS CIRCUITO CERRADO VIDEOCAMARAS	EQUIPOS CIRCUITO CERRADO VIDEOCAMARAS TUNEL ESTatico 1			
02081200	SISTEMA DE ILUMINACION Y ENERGIA OFICINAS	SISTEMA DE ILUMINACION Y ENERGIA OFICINAS TUNEL ESTatico 1			
02081300	EQUIPOS COMEDORES	EQUIPOS COMEDORES TUNEL ESTatico 1			
02081400	COMERCIO	COMERCIO TUNEL ESTatico 1			
02081401	COMERCIO	COMPUTADORAS			
02081402	COMERCIO	IMPRESORAS			
02081500	CERTIFICACIONES	CERTIFICACIONES TUNEL ESTatico 1			
02081501	CERTIFICACIONES	COMPUTADORAS			
02081600	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL TUNEL ESTatico 1			
02081700	PRODUCTO TERMINADO	PRODUCTO TERMINADO TUNEL ESTatico 1			
02081701	PRODUCTO TERMINADO	COMPUTADORAS			
02081800	LOGISTICA - ALMACEN	LOGISTICA - ALMACEN TUNEL ESTatico 1			
02081801	LOGISTICA - ALMACEN	COMPUTADORAS			
02081802	LOGISTICA - ALMACEN	IMPRESORAS			
02081900	ALMACEN DE PRODUCCION	ALMACEN DE PRODUCCION TUNEL ESTatico 1			
02081901	ALMACEN DE PRODUCCION	COMPUTADORAS			
02081902	ALMACEN DE PRODUCCION	IMPRESORAS			
02082000	ALMACENES VARIOS	ALMACENES VARIOS TUNEL ESTatico 1			
02082100	DORMITORIO	DORMITORIO TUNEL ESTatico 1			
02082200	VESTUARIO OBREROS HOMBRES	VESTUARIO OBREROS HOMBRES TUNEL ESTatico 1			
02082300	VESTUARIO OBREROS MUJERES	VESTUARIO OBREROS MUJERES TUNEL ESTatico 1			
02082400	LAVANDERIA	LAVANDERIA TUNEL ESTatico 1			
02082500	GARITA - VIGILANCIA	GARITA - VIGILANCIA TUNEL ESTatico 1			
02082501	GARITA - VIGILANCIA	COMPUTADORAS			
02082600	LACTARIO	LACTARIO TUNEL ESTatico 1			

Anexo 5: Ponderación para el análisis de criticidad

Ponderación del coordinador de mantenimiento

<b>Análisis de evaluación de riesgo para determinar la criticidad de equipos de planta para el proceso de perico y pota</b>					
<b>Equipo</b>	<b>Frecuencia de falla</b>	<b>Impacto operacional</b>	<b>Flexibilidad operacional</b>	<b>Costos de mantenimiento</b>	<b>Impacto en la seguridad ambiental y humana</b>
Cámaras de conservación 1,2,3 y 4	1	6	1	1	4
Cámara de almacenamiento de media temperatura	1	3	1	1	4
Equipo de climatización 1y 2	1	3	1	1	4
túnel de congelamiento estático 1,2,3 y 4	2	6	4	2	4
Congeladores de placa 1,2 y 3	2	6	4	2	4
Peladoras de pota INOX 1,2,3,4,5 y 6	4	6	4	2	4
Cortadora de rejos acero INOX	1	3	3	1	4
Cortadora de rejos diagonal de rejos	1	3	3	1	4
Porcionadora I-CUT 130	1	6	4	2	4
Cortadora eléctrica vertical	2	3	3	1	4
Termoformadora envasadora Multivac	4	6	4	2	4
Empacadoras al vacío doble campana	4	6	4	2	4
Selladoras de bolsas de pedal	1	3	1	1	4
Selladoras de bolsas continuas	1	3	1	1	4
Clasificadora Marel	1	6	4	2	4
Codificadoras Videojet 1,2 y 3 y doble cabezal	1	3	1	1	4
Detector de metales Mettler Toledo-Safeline	1	6	1	1	4
Clasificadora Targebatcher- Marel A127064	1	6	4	2	4
Caldero piro tubular horizontal 400BHP de 3 pases	1	10	4	2	4
Compresor de aire Kaiser	1	10	4	2	4
Transformador 440/220V- 800 KW	1	10	5	2	8
Transformador 440V-2000 KVA	1	10	5	2	8
Generador eléctrico	1	10	5	2	8
Sistema de protección recloser	1	10	5	2	8
Banco de condensadores	1	1	1	2	4
Seccionadores de potencia	1	10	5	2	8
Transformix	1	10	5	2	8
Bomba dosificadora de cloro	4	6	1	1	4
Bomba de agua tanque elevado	2	1	3	1	4
Montacargas Eléctrico	4	6	3	1	4
Apiladores Eléctricos	4	6	3	1	4
Secadora Industrial	2	1	4	1	4
Lavadora industrial	2	1	4	1	4

## Ponderación de jefe de planta

Análisis de evaluación de riesgo para determinar la criticidad de equipos de planta para el proceso de perico y pota					
Equipo	Frecuencia de falla	Impacto operacional	Flexibilidad operacional	Costos de mantenimiento	Impacto en la seguridad ambiental y humana
Cámaras de conservación 1,2,3 y 4	1	1	4	1	4
Cámara de almacenamiento de media temperatura	1	3	3	1	4
Equipo de climatización 1y 2	1	1	3	1	4
túnel de congelamiento estático 1,2,3 y 4	2	6	4	1	4
Congeladores de placa 1,2 y 3	2	6	4	1	4
Peladoras de pota INOX 1,2,3,4,5 y 6	3	3	4	1	4
Cortadora de rejos acero INOX	1	1	4	1	4
Cortadora de rejos diagonal de rejos	1	1	4	1	4
Porcionadora I-CUT 130	2	6	4	2	4
Cortadora eléctrica vertical	2	3	4	1	4
Termoformadora envasadora Multivac	4	6	4	2	4
Empacadoras al vacío doble campana	3	3	4	1	4
Selladoras de bolsas de pedal	4	1	4	1	4
Selladoras de bolsas continuas	1	3	4	1	4
Clasificadora Marel	1	6	4	2	4
Codificadoras Videojet 1,2 y 3	2	1	3	1	4
Detector de metales Mettler Toledo-Safeline	1	3	4	1	4
Clasificadora Targebatcher- Marel A127064	2	1	4	2	4
Caldero pirotubular horizontal 400BHP de 3 pases	1	6	5	2	8
Compresor de aire Kaiser	1	6	4	1	4
Transformador 440/220V- 800 KW	1	8	5	1	4
Transformador 440V-2000 KVA	1	8	5	1	4
Generador eléctrico	1	8	5	2	4
Sistema de protección recloser	1	10	5	1	4
Banco de condensadores	1	6	4	1	4
Seccionadores de potencia	1	10	5	1	4
Transformix	1	10	5	1	4
Bomba dosificadora de cloro	2	6	3	1	4
Bomba de agua tanque elevado	3	6	3	1	4
Montacargas Eléctrico	3	6	3	1	4
Apiladores Eléctricos	4	6	3	1	4
Secadora Industrial	3	3	4	1	4
Lavadora industrial	3	3	4	1	4

Ponderación de jefe de producción

Análisis de evaluación de riesgo para determinar la criticidad de equipos de planta para el proceso de perico y pota					
Equipo	Frecuencia de falla	Impacto operacional	Flexibilidad operacional	Costos de mantenimiento	Impacto en la seguridad ambiental y humana
Cámaras de conservación 1,2,3 y 4	1	3	1	1	4
Cámara de almacenamiento de media temperatura	1	1	3	1	4
Equipo de climatización 1y 2	2	6	4	1	4
túnel de congelamiento estático 1,2,3 y 4	3	6	4	1	4
Congeladores de placa 1,2 y 3	3	6	3	1	4
Peladoras de pota INOX 1,2,3,4,5 y 6	1	3	4	1	4
Cortadora de rejos acero INOX	1	3	4	1	4
Cortadora de rejos diagonal de rejos	1	3	4	1	4
Porcionadora I-CUT 130	1	6	4	1	4
Cortadora eléctrica vertical	1	3	3	1	4
Termoformadora envasadora Multivac	1	6	4	1	4
Empacadoras al vacío doble campana	1	6	4	1	4
Selladoras de bolsas de pedal	1	3	4	1	4
Selladoras de bolsas continuas	1	3	4	1	4
Clasificadora Marel	1	6	3	1	4
Codificadoras Videojet 1,2 y 3	2	3	4	1	4
Detector de metales Mettler Toledo-Safeline	1	1	1	1	4
Clasificadora Targebatcher- Marel A127064	1	3	3	1	4
Caldero pirotubular horizontal 400BHP de 3 pases	1	6	5	2	4
Compresor de aire Kaiser	1	3	4	1	4
Transformador 440/220V- 800 KW	1	10	5	2	4
Transformador 440V-2000 KVA	1	10	5	2	4
Generador eléctrico	1	1	1	2	4
Sistema de protección recloser	1	1	1	1	4
Banco de condensadores	1	1	1	1	4
Seccionadores de potencia	1	1	1	1	4
Transformix	1	1	1	1	4
Bomba dosificadora de cloro	1	6	1	1	4
Bomba de agua tanque elevado	1	6	1	1	4
Montacargas Eléctrico	3	3	4	1	4
Apiladores Eléctricos	2	3	4	2	4
Secadora Industrial	2	3	3	1	4
Lavadora industrial	2	3	3	1	4

## Ponderación de Gerente General Adjunto

Análisis de evaluación de riesgo para determinar la criticidad de equipos de planta para el proceso de perico y pota					
Equipo	Frecuencia de falla	Impacto operacional	Flexibilidad operacional	Costos de mantenimiento	Impacto en la seguridad ambiental y humana
Cámaras de conservación 1,2,3 y 4	1	6	3	2	4
Cámara de almacenamiento de media temperatura	1	3	4	1	4
Equipo de climatización 1y 2	1	6	4	1	4
túnel de congelamiento estático 1,2,3 y 4	1	8	4	1	4
Congeladores de placa 1,2 y 3	1	8	4	1	4
Peladoras de pota INOX 1,2,3,4,5 y 6	2	6	4	1	4
Cortadora de rejos acero INOX	1	3	3	1	4
Cortadora de rejos diagonal de rejos	1	3	3	1	4
Porcionadora I-CUT 130	2	6	4	2	4
Cortadora eléctrica vertical	2	3	4	1	4
Termoformadora envasadora Multivac	1	6	4	2	4
Empacadoras al vacío doble campana	1	6	4	2	4
Selladoras de bolsas de pedal	3	6	3	1	4
Selladoras de bolsas continuas	3	6	3	1	4
Clasificadora Marel	1	6	4	2	4
Codificadoras Videojet 1,2 y 3	2	3	3	1	4
Detector de metales Mettler Toledo-Safeline	2	3	3	1	4
Clasificadora Targebatcher- Marel A127064	2	3	3	1	4
Caldero pirotubular horizontal 400BHP de 3 pases	1	6	5	2	8
Compresor de aire Kaiser	1	3	3	1	4
Transformador 440/220V- 800 KW	1	8	4	2	8
Transformador 440V-2000 KVA	1	8	4	2	8
Generador eléctrico	1	8	4	2	4
Sistema de protección recloser	1	3	3	1	4
Banco de condensadores	1	6	4	2	4
Seccionadores de potencia	1	6	4	2	4
Transformix	1	6	4	2	4
Bomba dosificadora de cloro	2	6	4	1	4
Bomba de agua tanque elevado	3	3	4	1	4
Montacargas Eléctrico	3	6	3	2	4
Apiladores Eléctricos	3	6	3	2	4
Secadora Industrial	2	3	3	1	4
Lavadora industrial	2	3	3	1	4

Ponderación de jefe de mantenimiento

Análisis de evaluación de riesgo para determinar la criticidad de equipos de planta para el proceso de perico y pota					
Equipo	Frecuencia de falla	Impacto operacional	Flexibilidad operacional	Costos de mantenimiento	Impacto en la seguridad ambiental y humana
Cámaras de conservación 1,2,3 y 4	1	8	4	1	8
Cámara de almacenamiento de media temperatura	1	8	4	1	8
Equipo de climatización 1y 2	1	3	4	1	8
túnel de congelamiento estático 1,2,3 y 4	2	10	4	1	8
Congeladores de placa 1,2 y 3	2	10	4	1	8
Peladoras de pota INOX 1,2,3,4,5 y 6	3	10	3	1	6
Cortadora de rejos acero INOX	2	8	3	1	6
Cortadora de rejos diagonal de rejos	1	6	4	1	6
Porcionadora I-CUT 130	1	6	5	2	6
Cortadora eléctrica vertical	1	6	4	2	6
Termoformadora envasadora Multivac	1	6	5	2	4
Empacadoras al vacío doble campana	1	6	4	1	4
Selladoras de bolsas de pedal	3	1	3	1	4
Selladoras de bolsas continuas	3	1	3	1	4
Clasificadora Marel	1	3	5	2	4
Codificadoras Videojet 1,2 y 3 y doble cabezal	2	3	4	2	4
Detector de metales Mettler Toledo-Safeline	1	1	5	1	4
Clasificadora Targebatcher- Marel A127064	1	1	5	2	4
Caldero pirotubular horizontal 400BHP de 3 pases	1	8	5	1	4
Compresor de aire Kaiser	1	8	5	1	4
Transformador 440/220V- 800 KW	1	10	5	2	4
Transformador 440V-2000 KVA	1	10	5	2	4
Generador eléctrico	1	8	5	1	4
Sistema de protección recloser	1	10	5	1	4
Banco de condensadores	1	10	5	1	4
Seccionadores de potencia	1	10	5	1	4
Transformix	1	10	5	1	4
Bomba dosificadora de cloro	3	8	5	1	4
Bomba de agua tanque elevado	2	10	4	1	4
Montacargas Eléctrico	4	6	4	1	4
Apiladores Eléctricos	4	6	4	1	4
Secadora Industrial	2	3	5	1	4
Lavadora industrial	2	3	5	1	4





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**


**Declaratoria de Originalidad del Autor/ Autores**

Yo, **Imán coronado Guillermo Eduardo**, egresado de la Facultad de **Ingeniería y Arquitectura** y Escuela Profesional de **Ingeniería Industrial** de la Universidad César Vallejo Sede Piura, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulado: “**Propuesta de mantenimiento predictivo para reducir tasa de fallas de equipos críticos en Refrigerados Fisholg & Hijos SAC Paita 2021**”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Piura, 09 de diciembre 2021

Apellidos y Nombres del Autor	
Imán Coronado Guillermo Eduardo	
DNI: 42730764	
ORCID: ORCID: 0000-0001-6797-8407	