

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Tesis

Implementación de procedimiento de un arranque eficiente de la planta Pesquera Exalmar, para optimizar el 5% del consumo de energía eléctrica

Segundo Enrique Detán Gordillo

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Industrial

Arequipa, 2022

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

DETAN GORDILLO

INFORME DE ORIGINALIDAD

27%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

19%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante

8%

2

docplayer.es

Fuente de Internet

2%

3

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.continental.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

6

www.fluke.com

Fuente de Internet

1%

7

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1%

8

repositorio.uan.edu.co

Fuente de Internet

1%

9

Submitted to Aliat Universidades

Trabajo del estudiante

1%

10	es.wikipedia.org Fuente de Internet	1 %
11	new.abb.com Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui Trabajo del estudiante	<1 %
13	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
14	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Tecnológica de Bolívar,UTB Trabajo del estudiante	<1 %
16	Submitted to Universidad de Costa Rica Trabajo del estudiante	<1 %
17	Submitted to Universidad de Piura Trabajo del estudiante	<1 %
18	Submitted to Universidad del Istmo de Panamá Trabajo del estudiante	<1 %
19	www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
20	cromangingenieria.com Fuente de Internet	<1 %

21	www.risoul.com.mx Fuente de Internet	<1 %
22	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
23	Submitted to Fundacion San Pablo Andalucia CEU Trabajo del estudiante	<1 %
24	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	<1 %
25	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
26	ivmovel.es.tl Fuente de Internet	<1 %
27	www.tecnoedu.com Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
29	www.powtoon.com Fuente de Internet	<1 %
30	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
31	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %

<1 %

32

Submitted to Universidad Estatal de Milagro

Trabajo del estudiante

<1 %

33

biblioteca.olade.org

Fuente de Internet

<1 %

34

repository.javeriana.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

35

Submitted to Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

Trabajo del estudiante

<1 %

36

es.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

37

repositorioslatinoamericanos.uchile.cl

Fuente de Internet

<1 %

38

sistemamid.com

Fuente de Internet

<1 %

39

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

40

Submitted to Universidad Catolica De Cuenca

Trabajo del estudiante

<1 %

41

www.construir.com

Fuente de Internet

<1 %

42

www.kent.ac.uk

Fuente de Internet

<1 %

43

Submitted to Consorcio CIXUG

Trabajo del estudiante

<1 %

44

repositorio.espe.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

45

1library.co

Fuente de Internet

<1 %

46

www.umh.es

Fuente de Internet

<1 %

47

jupiter.utm.mx

Fuente de Internet

<1 %

48

repositorio.uncp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

49

tesis.usat.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

50

Submitted to Escuela Politecnica Nacional

Trabajo del estudiante

<1 %

51

Submitted to Instituto Superior de Artes,
Ciencias y Comunicación IACC

Trabajo del estudiante

<1 %

52

prezi.com

Fuente de Internet

<1 %

53

repositorio.uasf.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

54

repositorio.ug.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

55

repositorio.uwiener.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

56

Submitted to Colegio Colombo Britanico

Trabajo del estudiante

<1 %

57

expansion.mx

Fuente de Internet

<1 %

58

repositorio.upn.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

59

www.dspace.unitru.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

60

www.iffonet.net

Fuente de Internet

<1 %

61

www.oei.org.co

Fuente de Internet

<1 %

62

Luiz Arnaud Britto de Castro, Miguel Petrere Jr., Antônio Evaldo Comune. "A bio-economic appraisal of pair trawl fisheries off southeastern Brazil", Revista Brasileira de Oceanografia, 2001

Publicación

<1 %

63 Submitted to Universidad Politécnica de Madrid <1 %
Trabajo del estudiante

64 automatismoindustrial.com <1 %
Fuente de Internet

65 cienciaabierta.uapa.edu.do <1 %
Fuente de Internet

66 idus.us.es <1 %
Fuente de Internet

67 pt.scribd.com <1 %
Fuente de Internet

68 repositorio.unc.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

69 www.icj-cij.org <1 %
Fuente de Internet

70 www.itson.mx <1 %
Fuente de Internet

71 www.jove.com <1 %
Fuente de Internet

72 www.mitsubishielectric.com <1 %
Fuente de Internet

73 www.orbitel.com.co <1 %
Fuente de Internet

74 www.repositorio.usac.edu.gt

Fuente de Internet

<1 %

75

b2b.partcommunity.com

Fuente de Internet

<1 %

76

doczz.net

Fuente de Internet

<1 %

77

idoc.pub

Fuente de Internet

<1 %

78

moam.info

Fuente de Internet

<1 %

79

pumapompes.com

Fuente de Internet

<1 %

80

repositorio.pascualbravo.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

81

www.altatecnologia.com.mx

Fuente de Internet

<1 %

82

www.waterymex.org

Fuente de Internet

<1 %

83

Silvia Marzal Romeu. "Concepción e integración de arquitecturas y protocolos de comunicación dentro de sistemas de supervisión y control de microrredes inteligentes", Universitat Politecnica de Valencia, 2019

Publicación

<1 %

84

aprenderly.com

Fuente de Internet

<1 %

85

baixardoc.com

Fuente de Internet

<1 %

86

repositorio.uns.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

87

dokumen.pub

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

ASESOR
Ing. JERSON LAZO HUAYNALAYA

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por mantenerme con buena salud y poder llegar a estas instancias.

A la Universidad Continental, por formarme como profesional y también a cada docente que ha sido parte de este proceso integral de mi formación.

DEDICATORIA

A mis hijos, Zatomí, Petrick y Alba, como también a mi esposa y a mis padres, que fueron el motivo por el que me esforcé para alcanzar los objetivos planteados, siendo mi soporte en cada momento y en cada reto que he superado en este mundo cambiante.

ÍNDICE

Asesor	ii
Agradecimientos	iii
Dedicatoria	iv
Índice	v
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen	ix
Abstract	x
Introducción	xi
CAPÍTULO I	12
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	12
1.1. Planteamiento y formulación del problema	12
1.1.1. Problema general.....	15
1.1.2. Problemas específicos	15
1.2. Objetivos	16
1.2.1. General	16
1.2.2. Específicos	16
1.3. Justificación e importancia	16
1.4. Limitaciones de la investigación.....	17
1.5. Hipótesis.....	17
1.5.1. General	17
1.5.2. Específicos	17
1.6. Operacionalización de variables	18
CAPÍTULO II	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes del problema.....	19
2.1.1. Antecedentes nacionales.....	19
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	20
2.2. Bases teóricas	22
2.2.1. Procedimiento.....	22
2.2.2. Sistema de operaciones.....	22
2.2.3. Potencia requerida y consumo de potencia	23
2.2.4. Arranque eficiente de planta con equipos motorizados.....	23
2.2.5. Hora punta y hora fuera de punta.....	23

2.2.6. Intensidad de corriente	24
2.2.7. Análisis vibracional	24
2.2.8. Energía calorífica	24
2.2.9. Variador de frecuencia	25
2.2.10. Motor eléctrico.....	26
2.2.11. Calderos industriales.....	27
2.2.12. Planta evaporadora de agua.....	28
2.2.13. Secadores rotatubos a vapor.....	29
2.2.14. Factor de potencia	29
2.2.15. Mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo	33
2.2.16. Electrobomba.....	33
2.2.17. Pinza amperimétrica.....	34
2.2.18. Tablero de distribución eléctrica	36
2.2.19. Banco de condensadores	38
2.2.20. Centrífuga industrial	39
2.2.21. Separadora ambiental <i>Tricanter Flottweg</i>	40
2.2.22. Molinos de martillos	41
2.2.23. Diagrama de análisis de proceso	42
CAPÍTULO III.....	44
METODOLOGÍA.....	44
3.1. Métodos y alcance de la investigación.....	44
3.2. Diseño de la investigación	44
3.3. Población y muestra	44
3.4. Técnicas e instrumentos de la recolección de datos	45
CAPÍTULO IV	47
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
4.1. Presentación de resultados.....	47
4.1.1. Procedimiento de arranque	53
4.2. Discusión de resultados	61
Conclusiones	62
Recomendaciones	63
Lista de referencias	64
Anexos.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Consumo energético en motor de planta.....	13
Tabla 2. Consumo energético en motor de planta, enero 2021	13
Tabla 3. Causa y frecuencia	14
Tabla 4. Operacionalización de variables	18
Tabla 5. Tres mecanismos básicos de transferencia de energía térmica: conducción, convección y radiación	25
Tabla 6. El motor eléctrico tiene seis componentes principales.....	26
Tabla 7. Pinza amperimétrica	35
Tabla 8. Seguridad y comodidad.....	35
Tabla 9. Servicios, instalación, mantenimiento	36
Tabla 10. Tipos de pinzas amperimétricas.....	36
Tabla 11. Ventajas de instalar batería de condensadores.....	38
Tabla 12. Encabezado y cuerpo.....	42
Tabla 13. Descripción de actividades al detalle.....	43
Tabla 14. Características de motores muestreados	45
Tabla 15. Tableros de distribución de fuerza.....	46
Tabla 16. Porcentaje de energía eléctrica consumida	48
Tabla 17. Optimización de energía en kW/h	51
Tabla 18. Optimización de energía en dólares.....	51
Tabla 19. Valor actual neto	52
Tabla 20. Tasa de interés de retorno	52
Tabla 21. Muestras en kW.....	60
Tabla 22. Estadísticas de muestras emparejadas.....	60
Tabla 23. Correlaciones de muestras emparejadas	60
Tabla 24. Prueba de muestras emparejadas	60
Tabla 25. Matriz de consistencia	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Ishikawa.....	14
Figura 2. Diagrama de Pareto.....	15
Figura 3. Variador de frecuencia ABB.....	26
Figura 4. Motor eléctrico trifásico.....	27
Figura 5. Caldero pirotubular (18).....	28
Figura 6. Planta evaporadora Segemin.....	29
Figura 7. Secador Rotatubo Enercom.....	29
Figura 8. Fórmula del factor de potencia.....	30
Figura 9. Cosfímetro.....	30
Figura 10. Representación gráfica de fases.....	31
Figura 11. Diagrama de potencia máxima.....	32
Figura 12. Electrobomba centrífuga.....	34
Figura 13. Pinza amperimétrica.....	36
Figura 14. Tablero de distribución eléctrica.....	37
Figura 15. Banco de condensadores.....	39
Figura 16. Centrifuga industrial.....	39
Figura 17. Centrifuga Flottweg.....	40
Figura 18. Tricanter Flottweg.....	40
Figura 19. Esquema interno de Tricanter Flottweg.....	41
Figura 20. Molinos de martillos.....	41
Figura 21. Simbología del diagrama DAP.....	42
Figura 22. Histórico de consumo promedio de arranque de planta.....	47
Figura 23. Secuencia de arranque paralelo por zonas y fase.....	48
Figura 24. Consumo de energía de los equipos motorizados.....	49
Figura 25. Diagrama de arranque eficiente.....	49
Figura 26. Consumo de energía de los equipos motorizados aplicando la implementación de arranque para su optimización.....	50
Figura 27. Comparativo de consumo de motores eléctricos.....	50
Figura 28. Comparativo de consumo 2020 vs 2021.....	50
Figura 29. Curva corriente-velocidad en el arranque estrella triángulo.....	56
Figura 30. Diagrama de un sistema VDF.....	58
Figura 31. Curva característica de una bomba centrífuga.....	59

RESUMEN

El propósito de este estudio es implementar un programa para la puesta en marcha eficiente del centro pesquero Exalmar para mejorar el dispendio de energía en un 5 %.

El problema se basa en la ausencia de un proceso para el inicio del centro pesquero, lo que lleva a una pequeña posibilidad de optimizar la energía consumida durante su puesta en marcha, ya que no existe un estándar o la máquina necesita el consumo actual (intensidad) al arrancar el equipo, que es lo que define esta operación como factor importante en el consumo final resultante.

El método fue cuantitativo, con diseño preexperimental, población y muestra de 74 grupos de flujo de la pesquería Exalmar, la técnica de recolección fue la observación, y la herramienta fue el reporte y tabla de lectura de la corriente, potencia y vibración de los equipos mecánicos en el proceso productivo por parte de cada supervisor electromecánico del área de Mantenimiento.

Los resultados muestran que, al realizar una implementación de puesta en marcha de planta, se optimiza el consumo de energía en los trabajos de los componentes de la máquina, lo que se logra con la puesta en marcha de acuerdo a las áreas involucradas y las instrucciones.

Palabras claves: DAP, eficiente, optimizar, procedimiento

ABSTRACT

The purpose of this study is to implement a program for the efficient start-up of the Exalmar fishing center to improve energy waste by 5%.

The problem is based on the absence of a process for the start of the fishing center, which leads to a small possibility of optimizing the energy consumed during its commissioning, since there is no standard and / or the machine needs the current consumption (intensity) when starting the equipment, which is what defines this operation Important factor in the resulting final consumption.

The method was quantitative, with pre-experimental design, population and sample of 74 flow groups of the Exalmar fishery, the collection technique was observation, and the tool was the report and reading table of the current, power and vibration of the mechanical equipment in the production process by each electromechanical supervisor of the maintenance area.

The results show that, when conducting a plant commissioning implementation, the energy consumption in the works of the machine components is optimized, which is achieved with the commissioning according to the areas involved and the instructions.

Keywords: DAP, efficient, optimize, procedure

INTRODUCCIÓN

El objetivo general de esta investigación fue implementar un procedimiento de arranque eficiente del centro pesquero Exalmar para optimizar un 5 % el consumo de energía, controlando las variables tales como la intensidad de corriente, voltaje, factor de potencia y vibraciones del equipamiento y maquinaria que intervienen en el procedimiento fructífero en la producción de harina y aceite de pescado, para luego estandarizarlo en cada inicio del proceso y aplicarlo en cada una de las plantas donde está instalada la pesquera Exalmar.

La trascendencia del tema se enmarca en los beneficios de realizar un procedimiento adecuado de arranque, se puede ahorrar el consumo de energía que demanda los equipos, ya que al incrementar la corriente nominal de cada equipamiento se incrementa la potencia de arranque, y también se asegura que el proceso productivo se desarrollará de manera eficiente.

En Perú y en el exterior han surgido diversos trabajos de investigación referente al tema de optimizar el gasto energético eléctrico. La forma de abordar el asunto es muy variada. Algunos autores sugieren optimizar la energía mediante el banco de condensadores, corrigiendo el factor de potencia, mediante un arranque de equipos motorizados por medio de variadores de frecuencia y también aplicando arranque con triángulo aplicados a motores mayores de 30 HP de potencia.

Este trabajo se centra en utilizar como bases todos los estudios realizados anteriormente sobre la optimización de energía eléctrica, adicionando una secuencia coordinada de arranque mediante los diagramas de análisis de proceso respetando los tiempos y los insumos que intervienen para desarrollar las actividades en las distintas zonas involucradas en el proceso productivo, evitando que el arranque se realice de manera abrupta, que trae como consecuencia el pico más alto de la demanda, que es registrado en los tableros de distribución eléctrica que alimenta a todos los equipos motorizados.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

La empresa Pesquera Exalmar S. A. A. cuenta con 5 plantas pesqueras en zonas estratégicas a lo largo de la costa peruana, dedicadas a la producción de harina y aceite de pescado, cumpliendo con los altos estándares de calidad involucrados en la elaboración de sus productos finales. Para atender las necesidades de sus clientes a nivel internacional, y certificada según OSHAS 18001:2007 e ISO 14001:2004, se plantea la cuestión de la optimización energética durante la puesta en marcha de la planta, lo que plantea las siguientes cuestiones:

La no existencia de un procedimiento para el arranque de una planta pesquera ocasiona la poca posibilidad de optimizar la energía de hasta un 5 % de su consumo.

Durante el arranque del centro pesquero Exalmar S. A. A. se produce el incremento de consumo de energía, por no contar con un procedimiento y secuencia de arranque, ya que no existe un criterio al momento de poner en marcha un equipamiento o máquina que demanda un consumo de corriente eléctrica (intensidad), factor importante para definir el consumo final que genera esta operación.

El consumo del motor se basa en la capacidad del motor instalado en el procedimiento sin carga.

Tabla 1. Consumo energético en motor de planta

Consumo en kW motores eléctricos planta pesquera Exalmar 100 TM/H							
Ítem	Voltaje y conexión (trifásico)	Intensidad	HP	kW	Factor de potencia	Números de motores tipo	Consumo total por HP motor
1	460	14	10	9.15	0.82	18	164.634
2	460	21	15	13.72	0.82	10	137.195
3	460	27	20	17.64	0.82	12	211.673
4	460	40	30	26.13	0.82	14	365.854
5	460	96	75	62.72	0.82	9	564.460
6	460	124	100	81.01	0.82	8	648.084
7	460	180	150	117.60	0.82	4	470.383
Consumo total en kilowatt/h							2562.283

Es el resultado de inspecciones previas de los equipos, incluidas las áreas de mantenimiento mecánico, eléctrico y humano, antes de la puesta en marcha. La tabla muestra los períodos de arranque de la planta durante enero de 2021 al inicio de la temporada que muestra el amperaje promedio.

Tabla 2. Consumo energético en motor de planta, enero 2021

Consumo en kW motores eléctricos planta pesquera Exalmar 100 TM/h							
Ítem	Voltaje y conexión (trifásico)	Intensidad	HP	kW	Factor de potencia	Números de motores tipo	consumo total por hp motor
1	460	16	10	10.45	0.82	18	188.153
2	460	25	15	16.33	0.82	10	163.328
3	460	28	20	18.29	0.82	12	219.512
4	460	43	30	28.09	0.82	14	393.293
5	460	100	75	65.33	0.82	9	587.979
6	460	150	100	98.00	0.82	8	783.972
7	460	210	150	137.20	0.82	4	548.781
Consumo total en kilowatt/h							2885.019

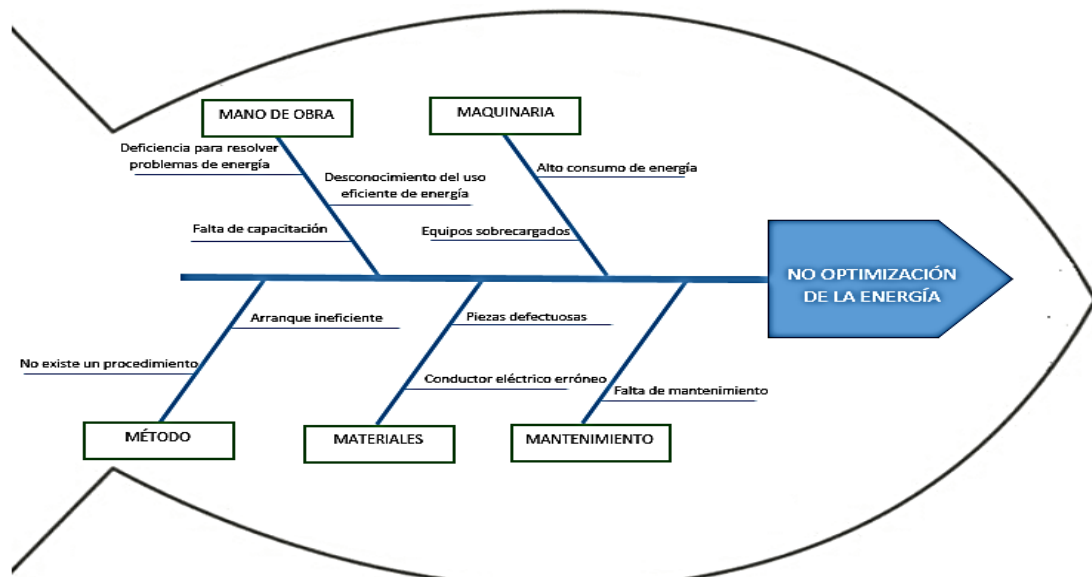


Figura 1. Diagrama de Ishikawa

Tabla 3. Causa y frecuencia

Data extraída durante arranque de planta					
	Incidencia/causa	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
C1	Alto consumo de energía	26	26	29	28
C2	Arranque ineficiente	17	42	19	47
C3	Desconocimiento del uso eficiente de energía	15	57	17	63
C4	No existe un procedimiento	12	69	13	77
C5	Deficiencia para resolver problemas de energía	9	78	10	87
C6	Equipo sobrecargado	4	82	4	91
C7	Variabilidad del uso de repuesto	4	86	4	96
C8	Falta de mantenimiento	2	88	2	98
C9	Material obsoleto	1	89	1	99
C10	Falta de capacitación	1	90	1	100
	Eventos en total		90		100

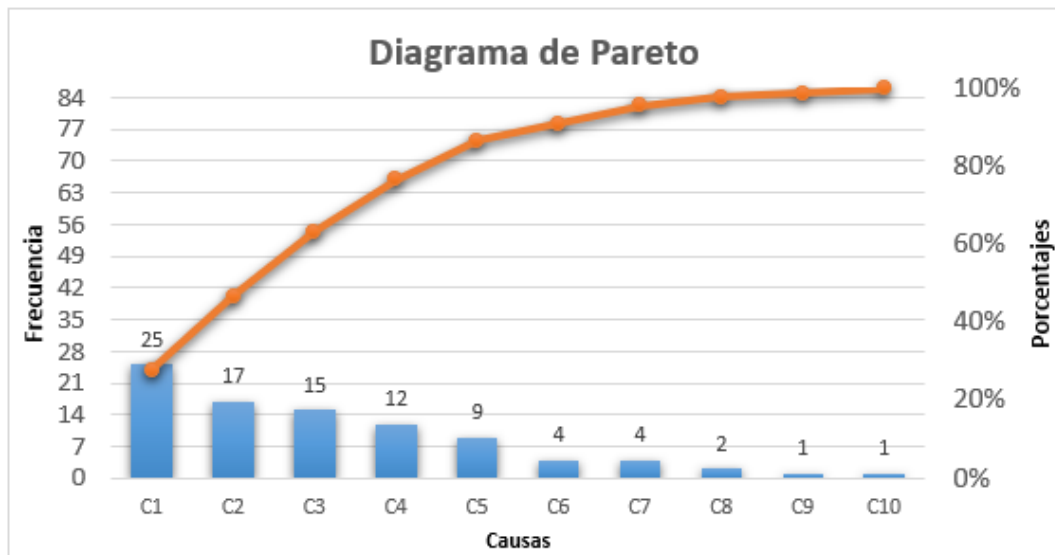


Figura 2. Diagrama de Pareto

De acuerdo al diagrama, se concluye que se ha de atender las cuatro causas primarias, que representan el 80 % de los problemas en los arranques de fábrica.

1.1.1. Problema general

- ¿En qué medida la ejecución del proceso de arranque eficaz del centro pesquero Exalmar, perfeccionará el gasto energético eléctrico en un 5 %?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿De qué manera, al examinar el proceso y comportamiento de equipos y maquinaria electromecánicos durante el arranque hecho por los operarios de planta, perfeccionará el gasto energético eléctrico en un 5 % del centro pesquero Exalmar?
- ¿De qué manera, al registrar los parámetros como amperaje, voltaje y factor de potencia en los tableros de distribución eléctrica, perfeccionará el gasto energético eléctrico en un 5 % del centro pesquero Exalmar?
- ¿De qué manera, al registrar los parámetros vibratoriales, alineamiento y fricción de los equipamientos y maquinaria con sistemas mecánicos, perfeccionará el gasto energético eléctrico en un 5 % del centro pesquero Exalmar?

1.2. Objetivos

1.2.1. General

- Ejecutar un proceso de arranque eficaz del centro pesquero Exalmar para perfeccionar el gasto energético eléctrico en un 5 %.

1.2.2. Específicos

- Diseñar un plan para examinar el proceso y comportamiento de equipos y maquinaria electromecánicos durante el arranque hecho por los operarios de planta, para perfeccionar el gasto energético eléctrico en un 5 % del centro pesquero Exalmar.
- Instaurar un proceso para registrar los parámetros como amperaje, voltaje y factor de potencia en los tableros de distribución eléctrica, para perfeccionar el gasto energético eléctrico en un 5 % del centro pesquero Exalmar.
- Instaurar un proceso para registrar los parámetros vibracionales, de alineamiento y fricción del equipamiento y maquinaria con sistemas mecánicos, para perfeccionar el gasto energético eléctrico en un 5 % del centro pesquero Exalmar.

1.3. Justificación e importancia

La siguiente investigación tiene como finalidad contribuir con la solución del problema existente, al no contar con un procedimiento de arranque para una planta pesquera, que no permite optimizar el recurso, en este caso la energía que se requiere para su arranque.

Al realizar el estudio se podrán encontrar soluciones que ayuden a optimizar dicha energía eléctrica hasta un 5 % en beneficio de las ratios de producción, disminuyendo el impacto económico que esta demanda.

Asimismo, se muestra la importancia de contar con una secuencia metodológica, organizada y coordinada, para poder controlar los parámetros de las máquinas y equipos que intervienen en el proceso, permitiendo verificar el comportamiento y el consumo que estos demandan al ponerse en marcha.

De la misma manera, el beneficio para la empresa es contar con un procedimiento y saber optimizar los recursos y para el investigador desarrollar sus conocimientos teóricos y prácticos, aplicando métodos y técnicas que permitirán resolver el problema y lograr los

objetivos planteados.

1.4. Limitaciones de la investigación

Una de las limitaciones que ha presentado la siguiente investigación es con respecto a la toma de datos y la frecuencia de arranque para la producción y elaboración de aceite y harina de pescado, ya que está sujeta a las temporadas de pesca permitidas con fecha de inicio y fin, como también el porcentaje en toneladas de captura de la especie como lo es la *Engraulis ringens* (anchoveta) asignada a cada empresa pesquera por el Ministerio de Producción a nivel nacional para mantener la especie y evitar la depredación con captura de crías con dimensiones menores a 12 centímetros de tamaño.

Y por otro lado, la falta de instrumentación calibrada para lograr controlar los parámetros de las variables que permita brindar las lecturas y optimizar la energía durante el arranque de planta.

1.5. Hipótesis

1.5.1. General

- La ejecución del proceso para el arranque eficaz perfeccionará el gasto energético eléctrico en un 5 % del centro pesquero Exalmar.

1.5.2. Específicos

- La implementación para examinar el proceso y comportamiento de los equipos y maquinaria electromecánicos durante el arranque hecho por los operarios de planta perfeccionará el gasto energético eléctrico en un 5 % del centro pesquero Exalmar.
- La implementación para registrar los parámetros como amperaje, voltaje y factor de potencia en los tableros de distribución eléctrica, perfeccionará el gasto energético eléctrico en un 5 % del centro pesquero Exalmar.
- La implementación para registrar los parámetros vibracionales, de alineamiento y fricción del equipamiento y maquinaria con sistemas mecánicos, perfeccionará el gasto energético eléctrico en un 5 % del centro pesquero Exalmar.

1.6. Operacionalización de variables

Tabla 4. Operacionalización de variables

Variables	Concepto	Dimensión	Indicadores	Um
Independiente: *Procedimiento de arranque eficiente	Serie de eventos que se ejecuta en forma secuencial con la finalidad de poner en marcha la maquinaria que intervienen en una producción.	<ul style="list-style-type: none"> Plan para analizar el proceso y comportamiento de los equipos y maquinaria. 	<ul style="list-style-type: none"> Inspección preliminar Arranque 	Amperio
		<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento de registro del tablero de distribución eléctrica. 	<ul style="list-style-type: none"> Amperaje Voltaje Factor de potencia 	Voltaje %
		<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento de registro de parámetros mecánicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Vibración Alineamiento Fricción 	mm/s
Dependiente: *Consumo de energía eléctrica	Cantidad de energía utilizada en un punto de suministro durante un periodo de tiempo determinado.	<ul style="list-style-type: none"> Eficiencia 	Tasa de rendimiento eficiente	%

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes nacionales

En el transcurso de los años anteriores se han realizado procedimientos, técnicas y métodos, software, orientados a incorporar y complementar elementos de mejora continua buscando optimizar el uso de energía eléctrica en los procesos industriales.

- En la tesis de “*Evaluación exergética y termoeconómica de la planta evaporadora y agua de cola y secadores rotatubos de la empresa pesquera Tecnología de Alimentos*” (1). Se presentó una evaluación del comportamiento anotado de secadores de tubo rotatorio y plantas de cola, se analizaron los costos asociados al proceso, sellaron las tuberías con láminas de acero inoxidable de 1/20 de pulgada de espesor revestidas con lana mineral, se transportó a temperatura constante y vapor a presión, se alimenta a los equipos anteriores, para optimizar la energía térmica generada por el generador de vapor (caldera) para el proceso.

Brinda espacio para estudiar el ahorro de energía térmica y evitar arranques en frío mecánico en áreas de generación de vapor (1).

- En la tesis “*Análisis de los indicadores energéticos para reducir el consumo de energía en la empresa ITAL S. A. C. 2020*” (2), se infiere que, debido al efecto *Joule, lag* y otras ineficiencias comunes en los motores eléctricos, se utiliza un

motor mejor dimensionado para cubrir peticiones con mayor eficiencia o menor pérdida. Se puede ahorrar hasta S/ 164.400,96 por año. Por tanto, en este caso, se debe desarrollar una propuesta tarifaria, analizando la posibilidad de ahorro en esta situación, y obtener eficiencia y ahorro de personal mediante una evaluación separada de los precios privados corrientes sin acortar el efecto de fuente de inflación.

- En la tesis “*Plan de mejora del factor de potencia mediante banco de condensadores 850 kVAR/440 VAC en la subestación planta concentradora de la empresa Pan American Silver, unidad minera Huarón, Cerro de Pasco, 2021*” (3), se explica el proceso de corrección de factores de potencia instalando una batería de condensadores.
- En la tesis “*Propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento de subestaciones de transmisión en una empresa de distribución de energía eléctrica*” (4), se da a conocer que, mediante una buena gestión de mantenimiento, se puede mejorar el rendimiento operativo dando énfasis al mantenimiento de los componentes o equipos críticos y ampliación de vida útil de los equipos. Aportando a la tesis sobre la buena gestión que se debe realizar al aplicar la secuencia coordinada mediante los diagramas de análisis de procesos.
- En la tesis “*Compensación de energía reactiva y los costos por consumo en la empresa Productos del País S. A. en la provincia de Huanta, Ayacucho, 2019*” (5), se expuso sobre el análisis del impacto de la compensación de potencia reactiva en el costo del consumo de energía de la empresa Productos del País S. A., en la provincia de Huanta, Ayacucho, mediante la instalación de bancos de capacitores en las subestaciones de distribución de las respectivas empresas. Contribuye a este estudio con la importancia del uso de bancos de condensadores para optimizar el factor potencia.

2.1.2. Antecedentes internacionales

- En la tesis “*Modelo de gestión del mantenimiento enfocado en la eficiencia y optimización de la energía eléctrica*” (6), el propósito fue modelar la gestión del sostenimiento eléctrico adaptado a los requisitos del sistema industrial y ajustado a las normas ISO, orientado a perfeccionar el gasto energético eléctrico, analizando y revisando el factor potencia, armónicos, temperatura, vibración y desequilibrio

de potencia. Los equipos involucrados en las operaciones de los procesos industriales, utilizando métodos de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, pueden predecir fallas y, por lo tanto, se verán reflejadas en los parámetros anteriores que causaron defectos en las actividades del proceso.

Contribuye con esta investigación analizando el factor de potencia ideal, la temperatura, la vibración y el desajuste, utilizando equipos industriales, donde los equipos involucrados se toman en cuenta cuando se ponen en funcionamiento.

- En la tesis “*Estudio para la optimización del consumo de energía en el sistema de extracción de petróleo en el bloque 43*” (7), se habla del desarrollo de mejora en toma de decisiones operativas en función del aprovechamiento de energía, que generará un sistema más eficiente de extracción petrolera, se elaboró identificando el mayor consumo de energía mediante el desarrollo de una matriz de producción y consumo de energía, evidenciando que el sistema de bombeo electrosumergible es el sistema de mayor demanda de energía en el bloque 43. A partir de esto, se elaboró la estructura de la matriz de optimización energética con sus resultados más confiables, seleccionando los indicadores gerenciales para el diseño de la matriz de optimización energética cualitativa, sus desfares en el estado y el alcance de su importancia y el porqué. Por lo tanto, la matriz se sustenta en un diseño que muestra que la matriz es útil para optimizar el sistema de extracción.
- En el estudio “*Mantenimiento y optimización energética de una planta*” (8), existe un punto de partida para mejorar la gestión energética de las plantas, considerando mejoras en las instalaciones, procesos, conceptos, infraestructura, organización, etc. Concluyendo que, estos beneficios se lograrían a través de un buen mantenimiento, lo que significa un menor consumo de energía, un mejor rendimiento y ahorros de dinero, y que estos beneficios se manifestarían de dos maneras, una ayudando a respaldar la industria 4.0 y la industria 4.0 para la cooperación.
- En el artículo científico “*Optimización energética mediante recubrimiento térmico en una red de distribución a vapor*” (9), se explica una de las formas de optimizar la energía en la planta de vapor de una empresa, el uso adecuado de la red de distribución de vapor en el área de calderas. El principal problema de la distribución de vapor es la pérdida de calor, que se convierte en pérdidas de

energía en el camino antes de llegar al equipo consumidor de vapor. Los métodos y las demostraciones de estos ahorros incluyen la aplicación de la experiencia directa obtenida en las pruebas y el software *Steam Tools* de *Spirax Sarco*, donde los parámetros actuales de generación y distribución de vapor se recopilan mediante métodos cuantitativos. El software muestra los cambios en el ahorro de energía en función del grosor del aislamiento. Los ahorros obtenidos suponen la optimización de recursos, tanto energéticos como económicos.

- En el trabajo “*Actualización del sistema de fuerza en el banco didáctico de pruebas y arranque de motores trifásicos para prácticas de laboratorio con estudiantes de tecnología e ingeniería de la universidad Antonio Nariño, sede Cúcuta, norte de Santander. 2021*” (10), se muestran las pruebas de realizar arranque de motores eléctricos trifásicos para verificar y analizar su comportamiento para medir las variables como voltaje e intensidad y cálculos de consumo de energía. Aportando a esta tesis la importancia de realizar una conexión en estrella y triángulo en los equipos motorizados que intervienen en el proceso productivo, aplicando también software de simulación antes de realizar la instalación en campo.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Procedimiento

Actualmente, las organizaciones alrededor del mundo presentan las actividades a través de procesos, por lo que cada proceso necesita ser controlado para poder desarrollarse de manera efectiva, por lo que es importante aplicar los controles internos al manual de procedimientos, que también es una guía. Los procesos responsables de las actividades explicarán la importancia de estas dos herramientas para que puedan cumplir con la lógica del Manual de Procedimientos y Controles Internos (11).

2.2.2. Sistema de operaciones

Un sistema operativo se entiende como un sistema que observa el proceso de transformación desde una ubicación estratégica central, desde la que se vincula con la gestión, ingeniería, marketing, ventas, finanzas, contabilidad y recursos humanos.

Los sistemas operativos son algo complejos, porque involucran múltiples disciplinas y tecnologías, y están influenciados por las actitudes y filosofías de los

gerentes, así como por los clientes y proveedores. Sin embargo, el modelo mecánico conduce al uso de métodos que proponen optimizar partes del sistema operativo.

2.2.3. Potencia requerida y consumo de potencia

La energía eléctrica es la velocidad a la que se consume la energía. Esto definirá la cantidad de dispositivos eléctricos y electromecánicos que los consumidores pueden conectar simultáneamente dentro de su empresa.

La potencia se mide en julios por segundo (J/seg) y se indica con la letra "P". Por lo tanto:

$$1 \text{ J/seg} = 1 \text{ watt (W)}$$

Entonces, si consume 1 julio de energía en 1 segundo, el costo será de 1 vatio de electricidad.

Los factores importantes que definen los cálculos del consumo de energía se verifican con las fórmulas adjuntas.

$$\text{Kilovatios} = \frac{\text{Volts} \times \text{Amperes} \times \text{Power Factor} \times 1.732}{1000}$$

Dependerá de variables como el voltaje, la intensidad y el factor de potencia.

2.2.4. Arranque eficiente de planta con equipos motorizados

Se presenta cuando se puede controlar de manera eficiente todos los parámetros y variables que intervienen al iniciar un proceso productivo, de forma sincronizada en conjunto de todas las áreas que intervienen con la finalidad de maximizar el intercambio de energía eléctrica en mecánica.

2.2.5. Hora punta y hora fuera de punta

Las horas pico son los momentos en que la demanda de energía eléctrica es mayor y el generador debe mantenerse en funcionamiento. Para equilibrar la demanda a lo largo del día, se ofrecen diferentes tarifas en las horas punta para que los usuarios consuman moderadamente en las horas punta y aprovechen las horas valle (12).

Las tarifas diferenciadas en función de la hora son una excelente alternativa a cotizar un precio único a lo largo del día, pero para aprovecharlo es importante que el consumo punta se concentre en las horas valle, cuando son más económicas. Para ser rentable, se deben combinar ciertas actividades para enfocarse precisamente en las horas valle (12).

Las horas de menor actividad suelen ser momentos en los que se utiliza electricidad o menos, coincidiendo con las primeras horas de la mañana cuando se reduce la demanda. En Perú, los precios mayoristas reducen los precios de la electricidad fuera de las horas pico, porque cuando cae la demanda, solo los mejores precios se venden en las subastas (12).

2.2.6. Intensidad de corriente

La corriente eléctrica es el flujo de carga eléctrica a través de un material. Esto se debe al movimiento de cargas (generalmente electrones). La corriente (la cantidad de carga por unidad de tiempo) se llama amperaje (I). En el SIU se expresa en culombios por segundo (C/s), amperios (A), el movimiento de cargas eléctricas crea un campo magnético, un fenómeno que se puede utilizar en electroimanes (13).

2.2.7. Análisis vibracional

Investiga los tipos de propagación de ondas elásticas en materiales homogéneos y determina los efectos resultantes y los modos de propagación. Las vibraciones se pueden medir y caracterizar midiendo las vibraciones alternas o los desplazamientos de puntos específicos a medida que las ondas elásticas los atraviesan (14).

2.2.8. Energía calorífica

La energía térmica es la porción de la energía interna de un sistema termodinámico en equilibrio que es proporcional a su temperatura absoluta y aumenta o disminuye con la energía típicamente transferida como calor o trabajo en un proceso termodinámico. Niveles microscópicos y dinámicos en el marco de las teorías teóricas, es la suma de las energías cinéticas promedio que existen debido al movimiento aleatorio o agitación térmica de átomos y moléculas.

Tabla 5. Tres mecanismos básicos de transferencia de energía térmica: conducción, convección y radiación (15)

La conducción es la transferencia de energía en forma de calor de una parte del cuerpo a otra del mismo cuerpo, o de un cuerpo a otro cuerpo con el que está en contacto físico, sin desplazamiento apreciable de las partículas del cuerpo (15).

La convección es la transferencia de calor de un punto a otro en un fluido, gas o líquido al mezclar una parte del fluido con otra. En la convección natural, el movimiento de los fluidos se debe por completo a las diferencias de densidad, debido a las diferencias de temperatura; en la convección forzada, el movimiento se produce mecánicamente. Cuando la velocidad forzada es relativamente baja, debe entenderse que los factores de convección libre, como las diferencias de temperatura y densidad, pueden tener un efecto importante (15).

La radiación es la transferencia de energía térmica de un objeto a otro que no está en contacto con él a través del movimiento de ondas a través del espacio (15).

En todos los mecanismos de transferencia de calor, la velocidad de enfriamiento de un objeto es aproximadamente proporcional a la diferencia de temperatura entre el objeto y su entorno. Este hecho se conoce como ley de enfriamiento de Newton. En muchos casos prácticos, los tres mecanismos de transferencia de calor ocurren simultáneamente, pero uno puede dominar al otro (15).

2.2.9. Variador de frecuencia

El convertidor de frecuencia ajusta la velocidad del motor para ajustar la potencia al motor de acuerdo con las necesidades reales de la aplicación, reduciendo así el consumo de energía del motor entre un 20 % y un 70 % (16).

Un convertidor de frecuencia es un regulador industrial que se halla entre una fuente de alimentación y un motor. La red pasa por el variador, que se dispone antes de llegar al motor, luego ajusta la frecuencia y el voltaje según lo requiera el programa (16).

El variador reduce la potencia de salida de una aplicación (como una bomba o un ventilador) al controlar la velocidad del motor, asegurándose de que no funcione más rápido de lo deseado (16).

El uso de variadores para controlar motores de manera inteligente tiene muchas ventajas financieras, operativas y ambientales que aumentan la productividad y la eficiencia energética, al mismo tiempo que prolongan la vida útil del equipo, previenen el envejecimiento del equipo y evitan el tiempo de inactividad no planificado que puede provocar tiempo de inactividad (16).

El inversor también se conoce como convertidor de frecuencia de CA, unidad de velocidad variable, denominada VSD, VFC o VFD, unidad o convertidor. La diferencia entre variadores de velocidad y variadores de frecuencia o convertidores de frecuencia suele ser confusa. Si se hace referencia al acrónimo internacional más utilizado (VFD, que significa *Variable Frequency Drive*), y se traduce literalmente, lleva a Variador de frecuencia. Sin embargo, el término más utilizado en Perú hoy en día es convertidor de frecuencia. (16).



Figura 3. Variador de frecuencia ABB

2.2.10. Motor eléctrico

Es una máquina que convierte la energía eléctrica en energía mecánica. El motor puede hacer esto debido al campo magnético creado por las bobinas dentro del motor (17).

Tabla 6. El motor eléctrico tiene seis componentes principales

Estator	Rotor	Conmutador	Escobillas
Esta es la parte estacionaria de la parte giratoria. En el caso de los motores eléctricos es uno de los elementos básicos de la transmisión de potencia, y en el caso de los generadores es uno de los elementos básicos de la corriente alterna (17).	Es la parte giratoria dentro de una máquina eléctrica, ya sea un motor o un generador. Consiste en un eje que soporta un conjunto de bobinas enrolladas sobre piezas polares estáticas (17).	Este es un interruptor en algunos generadores y motores que cambia periódicamente la dirección del flujo de corriente entre el rotor y el circuito externo (17).	En un motor o generador eléctrico se debe establecer una conexión permanente entre la máquina y los devanados del rotor. Para este propósito, se fijan dos anillos en el eje giratorio, eléctricamente aislados del eje, y conectados a la bobina giratoria en sus terminales. Luego, la hoja de carbón es presionada por el resorte para hacer contacto eléctrico. Estos bloques son cepillos (17).

Es importante entender cómo funcionan los motores eléctricos. La fuerza magnética produce fuerzas físicas que mueven objetos. De hecho, dependiendo de cómo estén dispuestos los electrodos, estos pueden atraerse o repelerse entre sí (17).

En un motor eléctrico, la energía eléctrica se utiliza para generar campos magnéticos opuestos que se repelen entre sí y mueven la parte giratoria, el rotor (17).

El rotor está enrollado en alambres llamados bobinas, que tienen un campo magnético opuesto al de la parte estacionaria del motor (el estator). Es este hecho el que hace que el rotor empiece a girar (17).

Sin embargo, cuando los polos están alineados, el motor se detiene. Para evitarlo y mantener el motor en marcha, es necesario invertir la polaridad de los electroimanes, que es gestionada por el alternador (17).

Por lo tanto, la mayoría de los motores funcionan con corriente alterna (CA). Los polos positivo y negativo se alternan e invierten constantemente para mantener el motor en marcha (17).



Figura 4. Motor eléctrico trifásico

2.2.11. Calderos industriales

Básicamente, una caldera es un dispositivo utilizado para calentar agua o generar vapor a una presión muy por encima de la presión atmosférica. Incluso hay una definición más amplia: una caldera es cualquier dispositivo a presión en el que el calor de cualquier fuente de energía pasa a través de una fase líquida o el modo de transporte en fase gaseosa se convierte en energía utilizable (18).

De esta forma, se obtiene vapor, que es muy útil en la industria alimentaria, ya que se puede utilizar para cocinar y esterilizar (18).

Los dos tipos más comunes de calderos son (18):

Acuotubulares: son aquellas calderas en las que el fluido de trabajo circula por los tubos durante el proceso de calentamiento. Son los más utilizados en las centrales térmicas, porque permiten una alta presión en la salida y una enorme capacidad de generación de energía (18).

Pirotubular: en este tipo, un fluido líquido se encuentra en un recipiente y pasa a través de tuberías a través de las que circulan gases calientes durante el proceso de combustión (18).



Figura 5. Caldero pirotubular (18)

2.2.12. Planta evaporadora de agua

El equipo evaporador es la cola del separador y el residuo del proceso que recupera los sólidos del producto al evaporar y eliminar el agua contenida por su contenido en sólidos.

El líquido obtenido en este proceso se denomina concentrado de pescado o líquido soluble por tratarse de una solución con un alto contenido en sólidos solubles.



Figura 6. Planta evaporadora Segemin

2.2.13. Secadores rotatubos a vapor

Son equipos industriales que utilizan energía térmica externa como el vapor para secar los productos entrantes durante un período de tiempo, también brindan una gran superficie de contacto y son ideales para procesos de alto volumen. Los secadores de tubo rotativo se utilizan para el procesamiento de productos como harina de pescado, sal y nitratos y se caracterizan por su fácil servicio y mantenimiento.



Figura 7. Secador Rotatubo Enercom

2.2.14. Factor de potencia

El factor de potencia de una carga se define como la relación entre la potencia media y la potencia aparente. Un factor de potencia alto puede usar la energía de manera eficiente, mientras que un factor de potencia baja indica un uso deficiente de la energía (19).

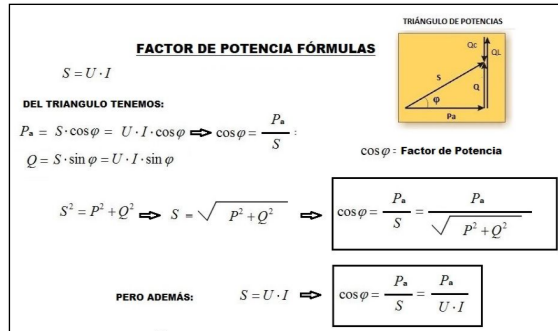


Figura 8. Fórmula del factor de potencia



Figura 9. Cosfímetro

La potencia aparente es igual a la raíz cuadrada del cuadrado de la potencia activa y el cuadrado de la potencia reactiva (19).

$$S = (P^2 + Q^2)^{0,5}$$

La relación adimensional de la potencia activa en vatios o kilovatios (kW) dividida por la potencia aparente en voltios-amperios (kVA) se denomina factor de potencia (PF) (19).

$$FP = kW / kVA$$

Alternativamente, de acuerdo con la relación de potencia expresada anteriormente, denominada Phi como el ángulo formado por el fasor de tensión y el fasor de corriente, el factor de potencia también se define como (19):

$$FP = \cos (\Phi)$$

Dado que, la magnitud de la potencia activa siempre es menor o igual que la magnitud de la potencia aparente, el factor de potencia siempre es un número menor o igual a 1. Por lo tanto, un circuito con voltaje y corriente en fase tiene un factor de potencia de 1 y tiene una potencia activa máxima, que es óptima (19).

Cuando Phi es el coseno del ángulo de fase de las ondas sinusoidales de corriente y voltaje, debe definirse cuando la corriente se retrasa, se define con el signo (-) o cuando se adelanta (+) (19).

Y, en un circuito trifásico, es (19):

$$P = \sqrt{3} V * I * \cos (\Phi)$$

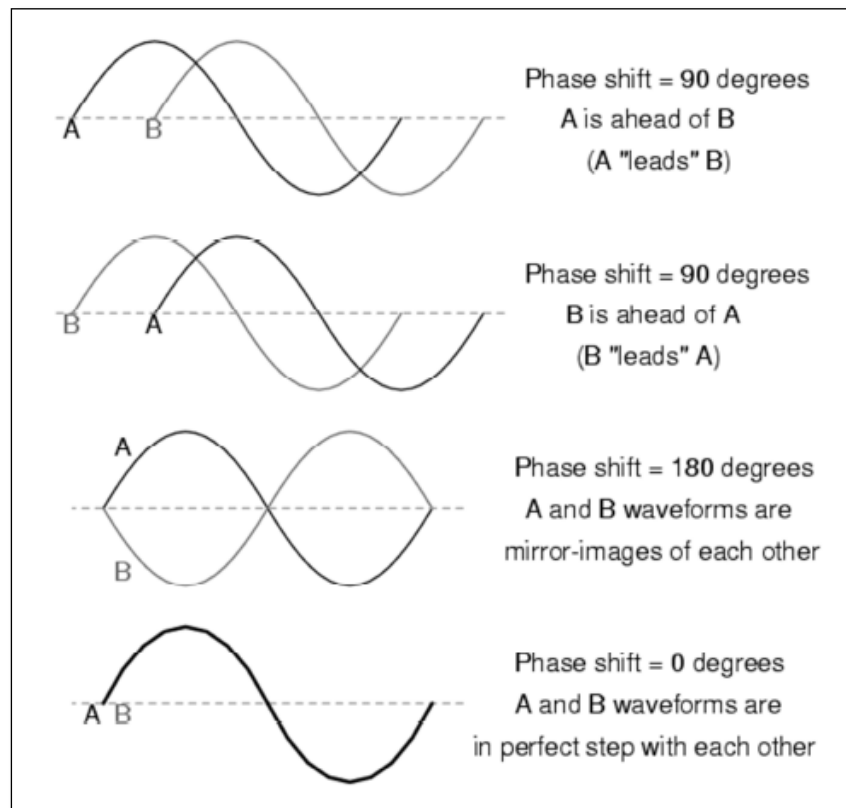


Figura 10. Representación gráfica de fases

Para una corriente alterna dada y un voltaje que fluye a través de un circuito: cuando está en fase, la potencia conducida es la potencia máxima, ya que la potencia es el producto del voltaje por la corriente, y ambos tienen la potencia máxima al mismo tiempo (19).

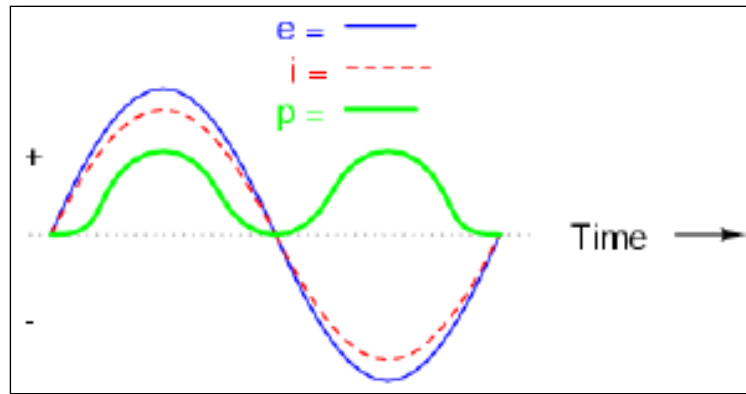


Figura 11. Diagrama de potencia máxima

Cuando la corriente se atrasa o excede su voltaje en 90 grados, un coeficiente es máximo, el otro coeficiente es cero, y todo multiplicado por cero es cero, por lo que la potencia es cero (19).

Por lo tanto, cuando el ángulo entre el voltaje y la corriente varía de 0 grados a 90 grados, la potencia varía de máximo a 0 para los mismos valores de corriente y voltaje respectivamente (19).

Sin embargo, como en todos los circuitos de CA comunes, se debe analizar el caso en el que el desplazamiento no es el máximo, es decir, no el ángulo eléctrico de 90 grados, sino algún otro valor. También se debe recordar que un objetivo común de los sistemas eléctricos es transferir energía de un lugar a otro a un voltaje constante. Por lo tanto, se debe tener en cuenta (19):

Si la potencia monofásica es el producto del voltaje y la corriente, $P = V I$, y si el voltaje es constante, la potencia disminuye a medida que aumenta el cambio de fase, entonces lo que se hace para mantener constante la transferencia de potencia requerida es simplemente aumentar la actual. En otras palabras, para transferir la misma potencia en fase con el mismo voltaje y corriente, se requiere una corriente mínima y se debe aumentar el ángulo de fase (19).

El producto del voltaje y la nueva corriente se llama potencia aparente, medida en voltamperios o kilovoltamperes (kVA) (19).

Al deducir la relación vectorial de voltaje y corriente, y confirmar con la tabla, ahora se dice que el factor de potencia es un número entre un valor máximo de 1 y un valor mínimo de 0 (19).

Cuando la carga requiere potencia reactiva, el factor de potencia se atrasa (-), y cuando la carga suministra potencia reactiva, el factor de potencia se adelanta (+) (19).

Los sistemas de energía industrial a menudo tienen factores de potencia rezagados, porque las empresas de servicios públicos proporcionan potencia reactiva para magnetizar todos los motores, ya sean transformadores, motores o balastos de iluminación (19).

Respecto a las ondas, en un circuito capacitivo (C), la corriente (I) se adelanta a la tensión (V), y en un circuito inductivo (L), la tensión se adelanta a la corriente (I) [Civil] (19).

2.2.15. Mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo

Es el mantenimiento regular realizado de acuerdo con un programa definido, independientemente de la condición del equipo (20).

El mantenimiento correctivo también se conoce como mantenimiento reactivo. En otras palabras, es una actividad técnica realizada después de una falla con el objetivo de restaurar el activo a un estado en el que pueda funcionar según lo previsto, ya sea por reparación o reemplazo (20).

El mantenimiento predictivo se realiza periódicamente de forma planificada, independientemente del estado del activo, con el objetivo de evitar fallas y minimizar las consecuencias de fallas en los equipos. La frecuencia la define el responsable de mantenimiento en base a una evaluación de la vida útil del equipo y las recomendaciones del fabricante (20).

2.2.16. Electrobomba

Las bombas eléctricas son un dispositivo que se utiliza para crear movimiento o desplazamiento de fluido a través de una tubería o manguera. Giran, convirtiendo la energía mecánica (especialmente la energía cinética, el movimiento circulatorio de un líquido) en presión. Para iniciar el movimiento de un líquido, se necesita una energía generada por un motor (21).

Todas las electrobombas tienen presión de trabajo, presión mínima y máxima de trabajo. También tienen caudales mínimos y máximos, la cantidad mínima y

máxima de fluido (volumen) que se debe mover por unidad de tiempo. Los dos números son inversamente proporcionales, por lo que si se hace funcionar la bomba a la presión mínima, se obtiene el flujo máximo y, a la inversa, si la bomba está a la presión máxima, se obtiene el flujo mínimo (21).

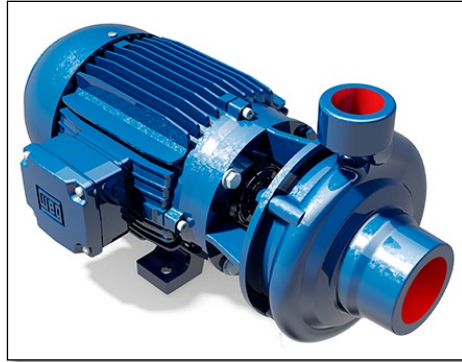


Figura 12. Electrobomba centrífuga

2.2.17. Pinza amperimétrica

Una pinza amperimétrica es una herramienta de medición eléctrica que combina un multímetro digital básico con un sensor de corriente (22).

Los clips miden la corriente. La sonda mide voltaje. Los accesorios giratorios están integrados en los equipos eléctricos y permiten a los ingenieros colocar alambres, cables y otros conductores en cualquier punto de un sistema eléctrico para energizar ese circuito sin romper / desactivar el circuito.

Los clips debajo de la moldura de plástico están hechos de hierro de ferrita y están diseñados para detectar, enfocar y medir el campo magnético producido cuando la corriente pasa a través de un conductor (22).

Tabla 7. Pinza amperimétrica

-
1. Mordaza con detección de corriente.
 2. Barreras táctiles (para proteger los dedos de descargas).
 3. Botón de retención: congela la lectura de la pantalla. La lectura es liberada cuando se presiona el botón una segunda vez.
 4. Selector (también conocido como interruptor giratorio).
 5. Pantalla
 6. Botón de retroiluminación
 7. Botón mín. - máx.: la primera vez que se presiona, la pantalla muestra la entrada máxima. Cuando se presiona varias veces, se muestran las entradas mínimas y promedio. Funciona en modos de corriente, tensión y frecuencia.
 8. Botón de corriente de entrada.
 9. Botón de cero (amarillo): elimina la compensación de CC de las mediciones de corriente CC. También sirve como botón de funciones secundarias para seleccionar las funciones en amarillo, distribuidas en el selector.
 10. Palanca de liberación de la mordaza
 11. Marcas de alineación: para cumplir con las especificaciones de precisión, un conductor debe estar alineado con estas marcas.
 12. Pin de entrada común
 13. Pin de entrada en voltios / ohmios
 14. Sonda para entrada de corriente flexible
-

Las pinzas amperimétricas modernas se crearon originalmente como una herramienta de prueba de un solo propósito, ofreciendo mayores capacidades de medición, mayor precisión y, en algunos casos, capacidades de medición especiales. Las pinzas amperimétricas incluyen la mayoría de las funciones básicas de un multímetro digital (DMM), como la capacidad de medir voltaje, continuidad y resistencia (22).

Las pinzas amperimétricas son herramientas populares por dos razones principales (22):

Tabla 8. Seguridad y comodidad

Seguridad: las pinzas amperimétricas permiten a los electricistas saltarse el antiguo método de cortar cables y conectar un medidor de prueba de cables al circuito para medir la corriente. Las mordazas de la pinza amperimétrica no necesitan tocar el conductor durante la medición (22).

Comodidad: durante la medición, no es necesario desconectar el circuito que lleva la corriente: la eficiencia mejora considerablemente (22).

Las pinzas amperimétricas son la primera opción para medir grandes corrientes. Un multímetro digital no puede medir 10 A durante más de 30 segundos sin correr el riesgo de dañar el medidor (22).

El rango de corriente mínimo de la pinza amperimétrica es de 0 A a 100 A. Muchos modelos están clasificados hasta 600 A. Otros modelos tienen una capacidad

nominal de 999 A o 1400 A, y algunos accesorios que se conectan a una pinza amperimétrica, como el iFlex®, pueden medir hasta 2500 A (22).

Las pinzas amperimétricas se utilizan en equipos y controles industriales, sistemas eléctricos residenciales / comerciales / industriales y sistemas de aire acondicionado comerciales / industriales. Se utilizan principalmente para (22):

Tabla 9. Servicios, instalación, mantenimiento

Servicios: reparar los sistemas existentes según sea necesario (22).

Instalación: se utiliza para solucionar problemas de instalación, realizar pruebas finales del circuito y supervisar a los electricistas principiantes cuando instalan equipos eléctricos (22).

Mantenimiento: realice mantenimiento preventivo y periódico, y resuelva problemas en el sistema (22).

Tabla 10. Tipos de pinzas amperimétricas

Pinza amperimétrica con transformador de corriente: solo mide corriente alterna (CA) (22).

Pinza amperimétrica de efecto Hall: mide corriente alterna y continua (CA y CC) (22).

Pinzas amperimétricas flexibles: utilizan bobinas de Rogowski; solo miden CA, son adecuadas para mediciones en espacios reducidos (22).



Figura 13. Pinza amperimétrica

2.2.18. Tablero de distribución eléctrica

Cuadros eléctricos definidos como cajas o gabinetes que contienen los dispositivos de conexión, procesamiento, mando, medida, protección, alarma y señalización, junto con sus correspondientes tapas y soportes, cumpliendo efectivamente con el control adecuado del suministro de energía (23).

Los dos componentes del cuadro eléctrico son el contador de consumo (que no se puede cambiar) y el interruptor, que es un dispositivo que corta la corriente cuando se supera el consumo especificado. Cabe mencionar que el *switch* no tiene elementos de seguridad, solo se encarga de limitar los niveles de consumo (23).

Los equipos de protección y control y los instrumentos de medición a menudo se instalan en tableros de distribución y, por lo tanto, deben fabricarse o ensamblarse de acuerdo con los estándares y regulaciones de diseño para que puedan funcionar correctamente cuando están energizados para garantizar la seguridad de los operadores y sus instalaciones (23).

Una medida de seguridad importante para los cuadros eléctricos es la instalación de un interruptor de seguridad, que debe ser diferente a los interruptores descritos anteriormente. Estos interruptores de seguridad son generalmente de dos tipos: interruptores termomagnéticos, que se encargan de proteger los cuadros e instalaciones eléctricas de los cambios de corriente, y los interruptores diferenciales, que están diseñados para proteger al usuario (23).

Además, en las instalaciones eléctricas, los tableros de circuitos son la parte principal porque albergan los dispositivos de seguridad y los mecanismos de operación del dispositivo (23).



Figura 14. Tablero de distribución eléctrica

2.2.19. Banco de condensadores

Los capacitores son componentes que almacenan energía eléctrica, y los bancos de capacitores son grupos de capacitores conectados entre sí, se utilizan en la industria o el comercio para realizar operaciones sobre la energía reactiva de motores, maquinaria industrial, elevadores, etc., en plantas productivas (24).

Las ventajas de instalar una batería de condensadores son varias (24):

Tabla 11. Ventajas de instalar batería de condensadores

• Cuentan con una vida útil muy larga gracias a sus materiales de fabricación resistentes.	• Mantenimiento sencillo y de bajo costo
• Son fabricados con altas medidas de seguridad evitando el peligro en caso de una falla en la red eléctrica o de algún accidente.	• Elimina la penalización por energía reactiva, reduciendo el valor total de la factura mensual de energía.
• Reduce las caídas de tensión.	• Disminuye las pérdidas de la red eléctrica por calentamientos en sus componentes.
• Aumenta la vida útil de sus equipos y maquinarias.	

La práctica de instalar capacitores en paralelo en circuitos inductivos en sistemas de potencia es tan común que los fabricantes de capacitores han desarrollado tablas para ayudar a encontrar los capacitores necesarios para un circuito cuando se dispone de los siguientes datos: potencia, factor de potencia, corriente requerida y factor de potencia. Estas tablas se aplican solo a los voltajes y frecuencias especificados (24).

Es importante señalar que los capacitores utilizados para mejorar el factor de potencia de un circuito se miden en VAR o kVAR. El término significa voltio-amperio reactivo o kilovoltio-amperio reactivo. Unidades utilizadas para unificar kW, kVA, kVAR; se pueden evitar cálculos tediosos si los capacitores se especifican en el término correcto (Faradios) (24).



Figura 15. Banco de condensadores

2.2.20. Centrifuga industrial

Una centrifuga no es más que una máquina que hace girar una muestra (por fuerza centrífuga) para aumentar la sedimentación o decantación de sus componentes o fases (normalmente líquidos y sólidos) en función de su densidad (24).

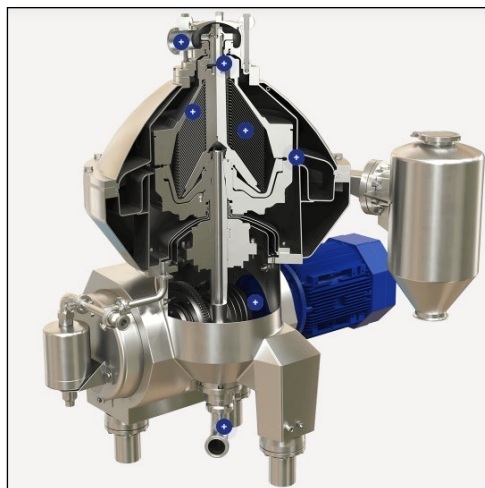


Figura 16. Centrifuga industrial

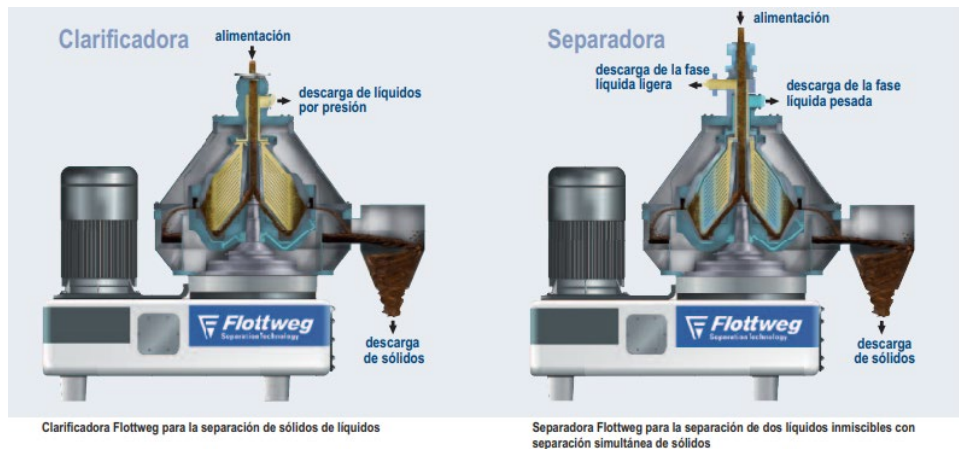


Figura 17. Centrifuga Flottweg

2.2.21. Separadora ambiental *Tricanter Flottweg*

En un proceso de separación clásico, los sólidos se separan de los líquidos o de dos líquidos de diferentes densidades. Aunque estos dos tipos de separación a menudo ocurren simultáneamente. Para este propósito, el *Flottweg Tricanter* es capaz de separar continuamente tres fases en un solo proceso (una sólida y otras dos líquidas). Es muy eficaz, por ejemplo, para el tratamiento de lodos aceitosos, producción de almidón y recuperación de grasas (25).

Las tres fases se separan en un proceso de sincronización. Para ello, los líquidos deben ser insolubles entre sí, tienen distintas densidades y los sólidos se encuentran en la fase más pesada. En base a esto, su sistema de impulsor ajustable dedicado logra una separación óptima (25).

La separación trifásica ofrece otras ventajas, al combinar varios pasos de procesamiento, se eliminan los pasos de separación adicionales, lo que genera ahorros sustanciales. Además de su excelente selectividad de separación (25).



Figura 18. Tricanter Flottweg

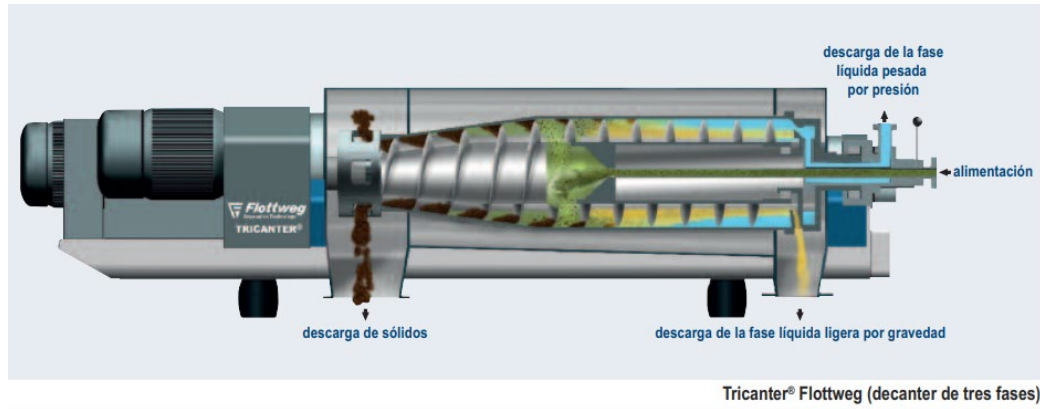


Figura 19. Esquema interno de Tricanter Flottweg

2.2.22. Molinos de martillos

Los molinos de martillos PIG se caracterizan por altas tasas de reducción del tamaño de partícula cuando se trata de arcillas diversas, mezclas cerámicas con una proporción considerable de materiales inertes y materias primas de dureza media a baja (26).

Formado a partir de una carcasa de chapa de gran espesor (26).

Los martillos están hechos de aleaciones especiales que duran más que los estándar, se pueden girar fácilmente para un mejor rendimiento, el interior del molino se puede inspeccionar fácilmente a través de diferentes puertas, lo que permite un reemplazo fácil y rápido de los martillos, la carcasa y la parrilla (26).



Figura 20. Molinos de martillos

2.2.23. Diagrama de análisis de proceso

Un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o proceso indicando todos los hechos que deben ser verificados por el símbolo correspondiente (DAP), se puede realizar en materiales, operadores y máquinas. Las actividades representadas en DAP son operación, verificación, transporte, demora, almacenamiento y combinación (acción-verificación), DAP contiene (27):

Tabla 12. Encabezado y cuerpo

Encabezado	Cuerpo
Esta sección contiene los principales datos de la operación estudiada. En este caso, el resumen es parte del título (27).	Es el propio diagrama. Todas las actividades están numeradas y se coloca una «x» en la posición correspondiente. Finalmente, conecte X con líneas rectas para obtener el diagrama de flujo. DAP se utiliza para eliminar el movimiento innecesario y analizar el proceso. Hay un formato de preparación general. El tiempo, la distancia y la cantidad de ubicaciones especificadas en el formato solo se pueden completar cuando corresponda. No es raro que DAP no se aplique a todo el ensamblaje. En principio, se utiliza para cada componente de un componente o sistema para maximizar los ahorros en la fabricación o los procedimientos aplicables a un componente o secuencia de trabajo específicos (27).

La disposición a pagar es especialmente valiosa cuando se registran costos ocultos que no son de producción, como la distancia recorrida, los retrasos y el almacenamiento temporal. Una vez que se detectan estos períodos no productivos, los analistas pueden tomar medidas para minimizarlos, reduciendo así los costos. DAP, como DOP, no es un fin, es solo un medio para un fin. Esta técnica ayuda a eliminar o reducir los costos ocultos de los componentes porque muestra claramente el envío, las demoras y el almacenamiento, brindando información que puede reducir la cantidad y la duración de estos elementos. Además, al registrar las distancias, los gráficos son invaluable para mejorar los diseños de las plantas (27).






Actividad	Símbolo	Resultado predominante
Operación		Se produce o efectúa algo.
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve.
Inspección		Se verifica calidad o cantidad.
Demora		Se interfiere o retrasa el paso siguiente
Almacenaje		Se guarda o protege.

Figura 21. Simbología del diagrama DAP

Tabla 13. Descripción de actividades al detalle

Operación	Inspección	Transporte	Almacenamiento	Demora-espera
<p>Se utiliza para representar los pasos principales de un proceso, método o procedimiento. Una operación ocurre cuando las propiedades físicas o químicas de un objeto se modifican, eliminan o preparan intencionalmente para otra operación, transporte, inspección o almacenamiento. Las acciones también ocurren cuando los operadores brindan o reciben información y planifican o calculan.</p>	<p>Esto sucede cuando se inspecciona un objeto para identificarlo o verificar la calidad o cantidad de alguna de sus características.</p>	<p>Se utiliza para indicar el movimiento de trabajadores o el camino que sigue el material al trasladarse de un lugar a otro (distancia mínima: 1,5 m). No incluye el movimiento como parte de una operación o inspección, ni el movimiento causado por un operador en una estación de trabajo.</p>	<p>Indica que un objeto monitoreado se coloca en un almacén, se recibe o se entrega con algún tipo de autorización, como referencia. Ocurre cuando se almacenan objetos y se evita la extracción no autorizada.</p>	<p>Utilizados para indicar estancamiento material o inactividad en el proceso de producción. Ocurre cuando un objeto o persona espera la siguiente acción planificada. No incluye la alteración intencional de las propiedades físicas o químicas del sujeto de investigación.</p>

Nota: tomadas de actividades que representan operaciones e inspecciones simultáneas y casi simultáneas

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Métodos y alcance de la investigación

El método utilizado es cuantitativo porque es el método utilizado por las ciencias naturales o ciencia fáctica, que utiliza datos cuantificables obtenidos a través de la observación y la medición. En este caso, se midió la fuerza actual y la fuerza de vibración de la máquina.

Para su análisis, lo hace utilizando datos estadísticos, identificación de patrones variables y constantes. Su método de razonamiento es deductivo y su trabajo se basa en una muestra representativa del universo bajo estudio.

El tipo de rango es un supuesto descriptivo, porque describe la naturaleza de una parte demográfica sin centrarse en por qué ocurre un fenómeno particular. Y en casos hipotéticos, se limitan a describir la relación entre las variables objeto de estudio, pero no explican por qué. Con tipos, valores y cualidades de variables esperados.

3.2. Diseño de la investigación

El diseño basado en el grado de control de las variables es preexperimental. Estos diseños se caracterizan por bajos niveles de control y baja validez interna y externa. Este diseño no cumple con los requisitos de un experimento real.

3.3. Población y muestra

La población es limitada, es decir, la recopilación de todos los equipos y maquinarias intervenidas en este proceso son 75 equipos eléctricos en total, en este caso los sujetos de

estudio son la muestra poblacional o censal, ya que, se utilizaron 75 equipos motorizados que participaron directamente en el proceso analizado durante la puesta en marcha de la planta para verificar su comportamiento de fase inicial y visualizar el consumo de energía y el factor de potencia a través del equipo de análisis predictivo.

Tabla 14. Características de motores muestreados

Tipo	Marca	Frecuencia	Voltaje de conexión	Potencia HP	Cantidad
Trifásico	WEG	60 HZ	220/440	10	18
Trifásico	WEG	60 HZ	220/440	15	10
Trifásico	WEG	60 HZ	220/440	20	12
Trifásico	WEG	60 HZ	220/440	30	14
Trifásico	WEG	60 HZ	220/440	75	9
Trifásico	WEG	60 HZ	220/440	100	8
Trifásico	WEG	60 HZ	220/440	150	4
				Total	75

3.4. Técnicas e instrumentos de la recolección de datos

Para poder obtener los datos de los equipos y maquinaria que interviene en el proceso productivo, primero se identificaron las áreas y zonas que integran el proceso mediante la técnica de la observación.

Y la técnica utilizada fue la ficha de lectura de amperajes y potencia de la maquinaria y equipamiento, así como la ficha de lectura vibracional.

Para ello, se cuenta con el área de Producción y las zonas donde se extraerán los datos de los tableros de distribución de fuerza.

Los datos obtenidos se realizaron mediante la lectura de parámetros tales como la intensidad y voltaje de los equipamientos que pertenecen a las distintas áreas, cuya data se obtuvo con la lectura de una pinza amperimétrica y se llenó en el formato de lectura de amperajes. Asimismo, sus sistemas de arranque eléctrico de mando y fuerza están dentro de cada TDF (anexo 4).

Tabla 15. Tableros de distribución de fuerza

Ítem	Equipos	Potencia nominal		I nom (A)
		kW	HP	I línea
T. D. F. 1 tolvas				
	Total	157.2	185.0	247.7
T. D. F. 2 pama I				
	Total	150.8	177.5	236.9
T. D. F. 3 pama II				
	Total	361.1	425.0	567.1
T. D. F. 4 cocina - prensa				
	Total	293.10	345	460.4
T. D. F. 5 sep. centrífugas				
	Total	229.4	270.0	360.3
T. D. F. 6 PAC				
	Total	246.4	290.0	387.0
T. D. F. 7 calderos				
	Total	157.2	185.0	246.9
T. D. F. 8 secadores				
	Total	557.5	650.0	867.4
T. D. F. 9 molinos				
	Total	300.78	345	460.4
T. D. F. 10 ensaque				
	Total	34.9	40.0	54.4
T. D. F. 11 separadora ambiental				
	Total	74.1	75.0	100.1
	Total	2562.4	2987.5	3988.6

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación de resultados

El proceso de arranque de planta antes de la implementación se basaba en un arranque en paralelo y por zonas, esto quiere decir que cada operario responsable de sus equipos y maquinaria de las distintas áreas, arrancaban a la vez, no existiendo un criterio o una secuencia con criterio de optimización, y como consecuencia ocasionaba un elevado consumo de energía. Como se puede apreciar en el histórico de consumo de años anteriores.

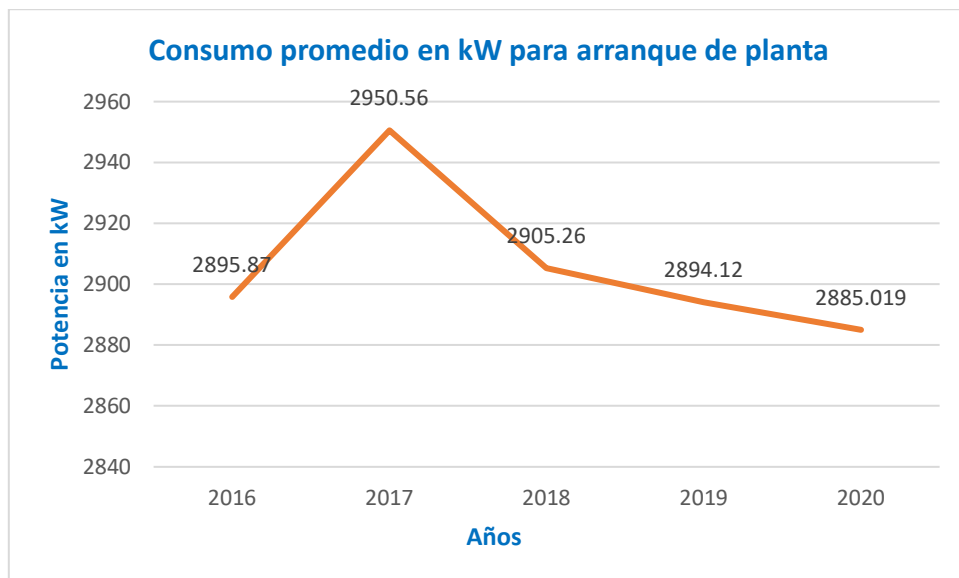


Figura 22. Histórico de consumo promedio de arranque de planta

ARRANQUE DE MAQUINARIA EN PARALELO POR ZONAS Y FASES

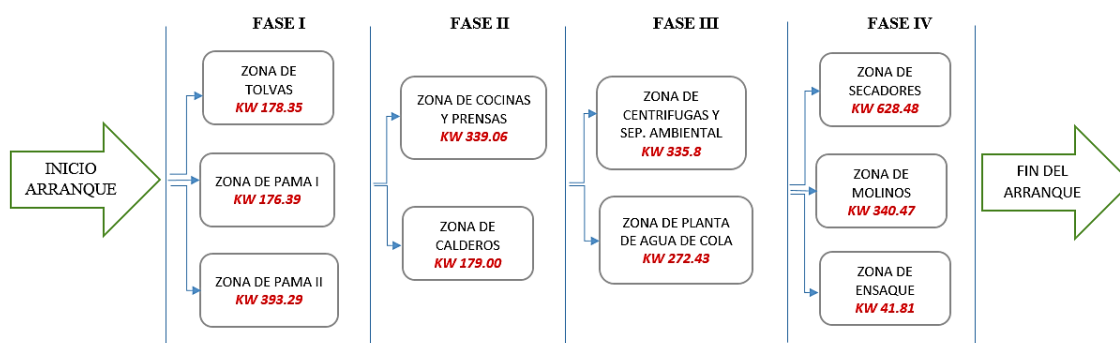


Figura 23. Secuencia de arranque paralelo por zonas y fase

Con este proceso de arranque se genera un consumo de **2885.019 kW** y se visualiza en la siguiente tabla de distribución según la potencia y cantidad de motores que intervienen.

Hay oportunidades de desarrollo de eficiencia energética, reducción de pérdidas térmicas, caldera, estufa, secadora, para recuperación de calor, para tratamiento de eficiencia de combustión de la caldera, mejorar el aislamiento de la red y circuitos de vapor para un funcionamiento eficiente de trampas de vapor seguro, mejor retorno de condensado, para diseño de instrumentos, para parámetros de supervisión y control, como temperatura, caudal y nivel.

Tabla 16. Porcentaje de energía eléctrica consumida

Equipos	kW	Porcentaje
Tolvas	157.2	6.13
Pama I	150.8	5.88
Pama II	361.1	14.09
Cocina-prensa	293.1	11.44
Centrifugas	229.4	8.95
PAC	246.4	9.62
Calderos	157.2	6.13
Secadores	557.5	21.76
Molinos	300.78	11.74
Ensaque	34.9	1.36
Separadora ambiental	74.1	2.89
Total	2562.48	100

Se puede apreciar lo antes dicho, que el mayor porcentaje de energía eléctrica consume los secadores, mientras que en un menor porcentaje es el ensaque. Es un caso contrario en el tema de la energía térmica, que lo que menos consume es el ensaque.

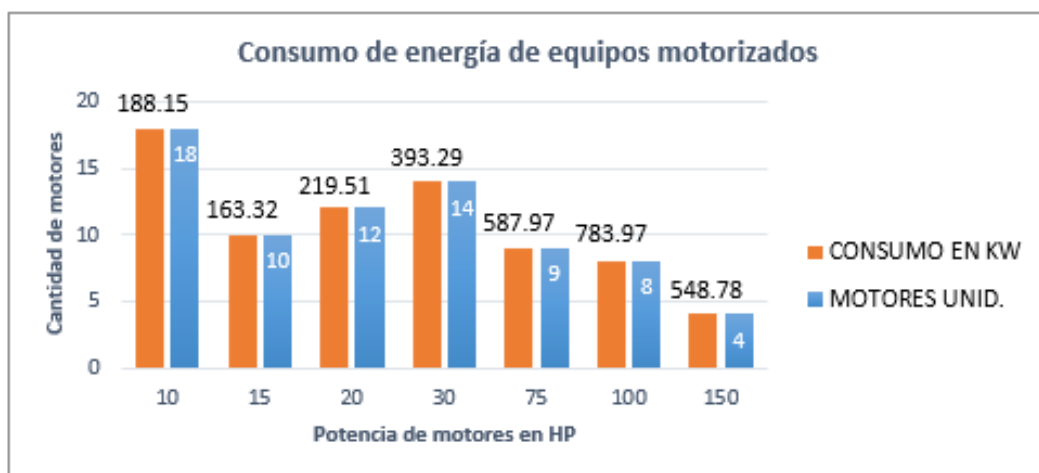


Figura 24. Consumo de energía de los equipos motorizados

Se presenta la implementación de un procedimiento de arranque eficiente, que se muestra en el siguiente diagrama.

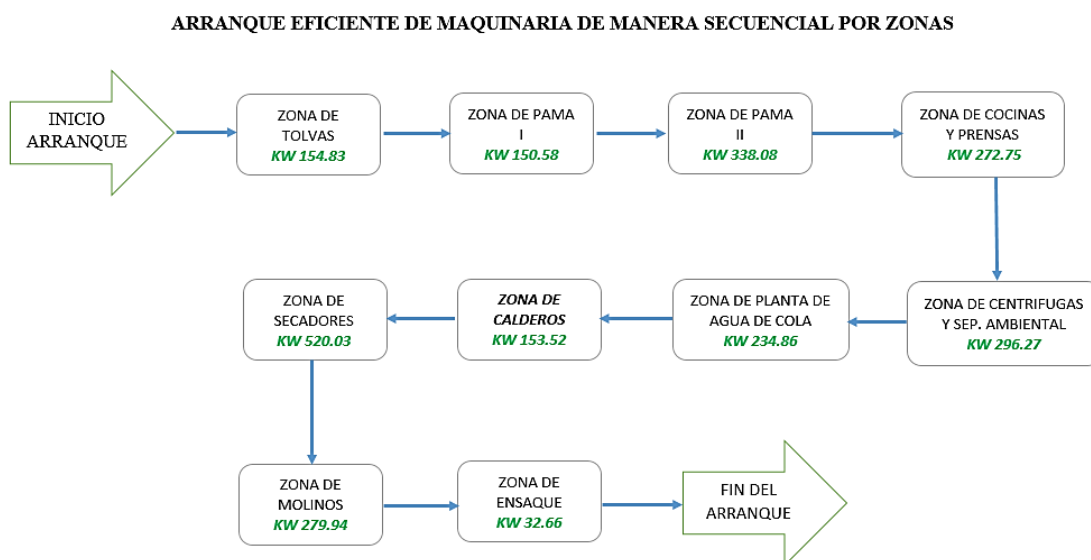


Figura 25. Diagrama de arranque eficiente

Donde solo se requiere **2433.581 kW/h** logrando optimizar hasta un 5 % del consumo total, controlando las variables cuantitativas y, por ende, mejora las ratios de producción, donde se visualiza en el siguiente gráfico la distribución obtenida.

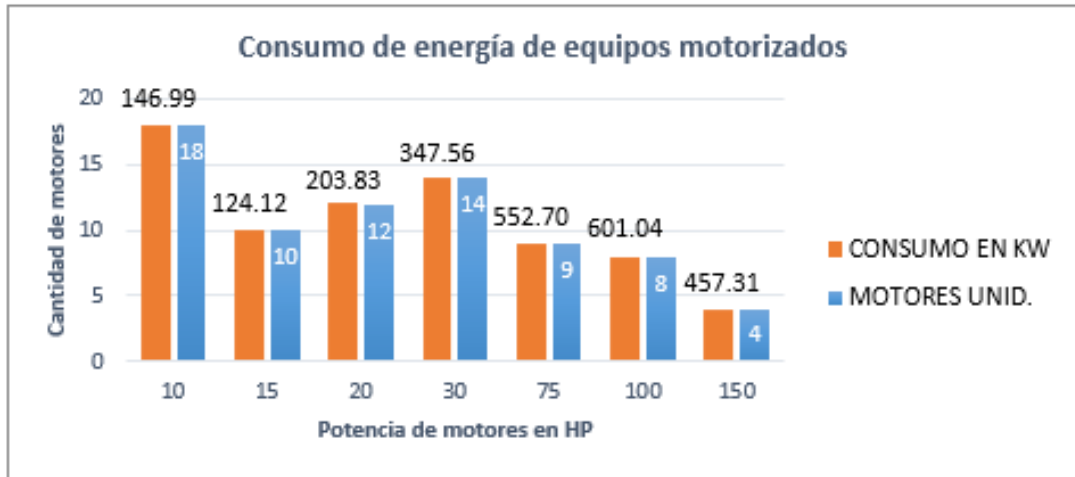


Figura 26. Consumo de energía de los equipos motorizados aplicando la implementación de arranque para su optimización

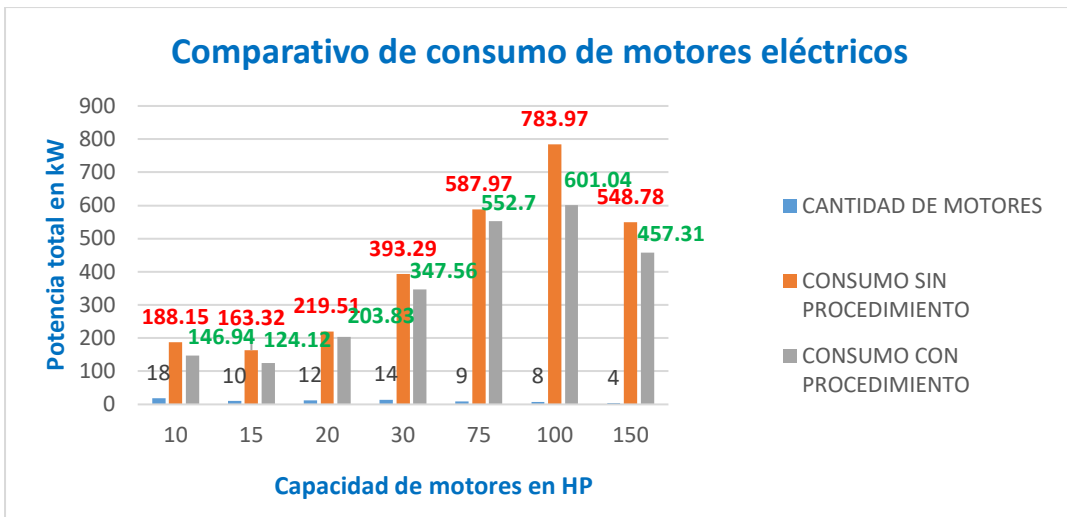


Figura 27. Comparativo de consumo de motores eléctricos

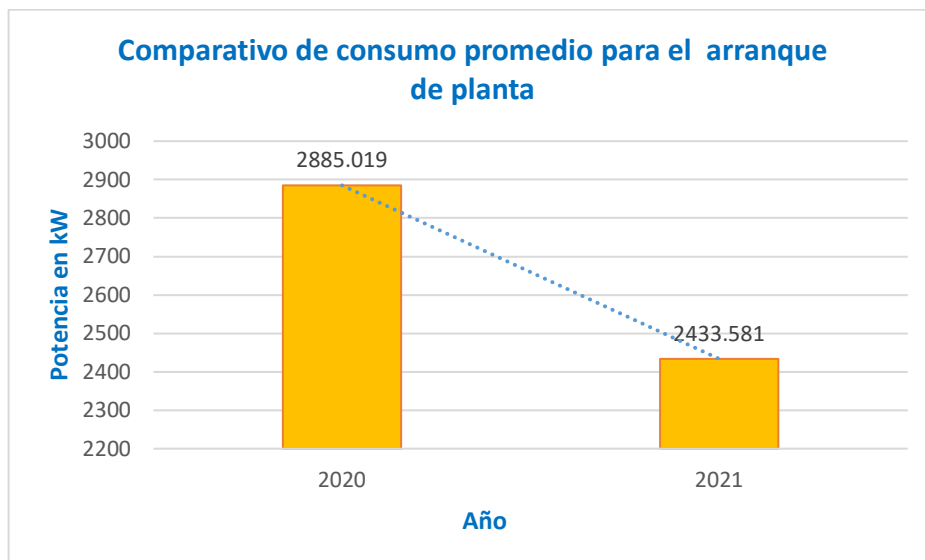


Figura 28. Comparativo de consumo 2020 vs 2021

Análisis de viabilidad económica y financiera

– Ingresos del proyecto

Tabla 17. Optimización de energía en kW/h

Sin procedimiento	Con procedimiento	Ahorro
188.15	146.99	41.16
163.32	124.12	39.2
219.51	203.83	15.68
393.29	347.56	45.73
587.97	552.7	35.27
783.97	601.04	182.93
548.78	457.31	91.47
2884.990	2433.550	451.44

Tabla 18. Optimización de energía en dólares

Costo sin procedimiento \$	Costo con procedimiento \$	Ahorro \$
27.85	21.75	6.09
24.17	18.37	5.80
32.49	30.17	2.32
58.21	51.44	6.77
87.02	81.80	5.22
116.03	88.95	27.07
81.22	67.68	13.54
426.98	360.17	66.81

Los ingresos se determinan por la disminución de energía, optimizando el arranque del centro pesquero, que como se aprecia, se tienen un 2884.99 kW/h mientras que con procedimiento se tiene una disminución hasta llegar a consumir solo 2433.550 kW/h, en costos monetarios se tienen un ahorro de \$ 66.81 dólares por arranque.

– Análisis con indicadores económicos

Valor actual neto

En cuanto a ello, se ha tomado a los valores que generan con procedimiento y sin procedimiento, debido a que no se ha manejado un reemplazo de máquinas, sino un efectivo arranque en el proceso.

Se toma el consumo por arranque por potencia, y el gasto que este genera, aplicando una tasa de interés de 3.5 %.

Tabla 19. Valor actual neto

Potencia HP	Optimización
10	\$ 21.75
15	\$ 18.37
20	\$ 30.17
30	\$ 51.44
75	\$ 81.80
100	\$ 88.95
150	\$ 67.68

Se obtiene un VAN de \$ 304.64 por la optimización de energía eléctrica para el arranque, tomando un 3.5 % de interés, lo que infiere que este proyecto es viable económicamente.

Tasa de interés de retorno

Tabla 20. Tasa de interés de retorno

Potencia HP	Utilidad
Optimización	\$ -360.17
10	\$ 27.85
15	\$ 24.17
20	\$ 32.49
30	\$ 58.21
75	\$ 87.02
100	\$ 116.03
150	\$ 81.22
TIR	4 %

Este valor del TIR representa una viabilidad financiera con un 4 % al interés que se tiene.

Relación beneficio costo

Se calcula mediante un costo con procedimiento, sobre el sin procedimiento, para optimizar la relación y el monto que se obtendrá, esto dividiendo \$ 426.98 dólares con \$ 360.17, obteniendo un valor de \$ 1.18, es decir que, por cada dólar que se invierte se gana al menos 1.18 dólares.

Asimismo, el procedimiento de arranque eficiente se complementa con los diagramas de análisis de procesos ubicados en los anexos 2 y 3. Donde se ubica la secuencia, interviniendo el área de mantenimiento y producción, garantizando su efectividad y funcionamiento.

1. **Arranque de la zona de tolvas:** se ejecuta el pesaje de la materia prima anchoveta
2. **Arranque de la zona de Pama I:** se ejecuta la recepción de fluidos con la que llega el pescado a planta.
3. **Arranque de la zona de Pama II:** se ejecuta el bombeo de fluidos y desechos a las zonas permitidas.
4. **Arranque de la zona de cocina y prensa:** se ejecuta el cocinado y prensado de la materia prima.
5. **Arranque de la zona de centrifugas:** se ejecuta el centrifugado de fluidos y extracción del aceite por diferencia de densidades.
6. **Arranque de la zona de planta de agua de cola:** se genera el concentrado del jugo de pescado.
7. **Arranque de la zona de calderos:** se genera el vapor para realizar la cocción y secado de la materia prima.
8. **Arranque de la zona de secadores:** se ejecuta el secado de la harina de pescado.
9. **Arranque de la zona de molinos:** se ejecuta el granulado y molido de harina.
10. **Arranque de la zona de ensaque:** se ejecuta el pesaje y ensaque de la harina de pescado.

4.1.1. Procedimiento de arranque

Paso 1: verificación de instrumentos de medición, tales como el vibrómetro, alineador laser grasera, pinza amperimétrica y voltímetro, asimismo, impresión de cartilla de lubricación y ficha de amperaje.

Paso 2: arranque de la zona de tolvas, lubricación de cadenas, chumaceras, cajas reductoras, verificación de nivel de aceite, tornillos helicoidales, posteriormente, activación de llaves principales del tablero de fuerza y mando, llave termomagnéticas individuales, vareadores de frecuencia y arranque de motores, verificando los motorreductores y lectura de intensidad de corriente.

Paso 3: arranque de la zona de Pama I y II, lubricación de electrobombas, giro de forma manual del eje, verificación de cebado, activación de llaves principales del tablero de fuerza y mando, llaves termomagnéticas individuales, vareadores de frecuencia y arranque de motores, verificando las electrobombas y lectura de intensidad de corriente.

Paso 4: arranque de la zona de cocina y prensa, lubricación y engrase de cadenas, chumaceras, cajas reductoras de verificación de nivel de aceite, activación de llaves principal del tablero de fuerza y mando, llaves termomagnéticas

individuales, vareadores de frecuencia y arranque de motores, verificando la lectura de intensidad de corriente.

Paso 5: arranque de la zona de centrifugas, lubricación y verificación del nivel de aceite de tambor, ajuste y templado de fajas, activación de llaves principales del tablero de fuerza y mando, llaves termomagnéticas individuales, vareadores de frecuencia y arranque de motores, verificando la lectura de intensidad de corriente.

Paso 6: arranque de la zona de planta de agua de cola, lubricación de bombas centrifugas, bomba de vacío, verificación de vacuómetro, bomba de agua de mar, activación de llaves principales del tablero de fuerza y mando, llaves termomagnéticas individuales, vareadores de frecuencia y arranque de motores, verificando la lectura de intensidad de corriente.

Paso 7: arranque de la zona de calderos, lubricación de bombas de agua aurora, verificar balanceo de ventiladores, activación de llaves principales del tablero de fuerza y mando, llaves termomagnéticas individuales, vareadores de frecuencia y arranque de motores, verificando la lectura de intensidad de corriente.

Paso 8: arranque de la zona de secadores, lubricación de cadenas, chumaceras, cajas reductoras, verificación de nivel de aceite, tornillos helicoidales, posteriormente, activación de llaves principales del tablero de fuerza y mando, llaves termomagnéticas individuales, vareadores de frecuencia y arranque de motores, verificando los motorreductores y lectura de intensidad de corriente.

Paso 9: arranque de la zona de molinos, lubricación de cadenas, ajuste de martillos, templado de fajas, engrase de chumaceras de tornillos helicoidales, posteriormente, activación de llaves principales del tablero de fuerza y mando, llaves termomagnéticas individuales, vareadores de frecuencia y arranque de motores, verificando los motorreductores y lectura de intensidad de corriente.

Paso 10: arranque de la zona de ensaque, lubricación de cadenas, chumaceras, cajas reductoras, verificación de nivel de aceite, tornillos helicoidales, posteriormente, activación de llaves principales del tablero de fuerza y mando, llaves termomagnéticas individuales, vareadores de frecuencia y arranque de motores, verificando los motorreductores y lectura de intensidad de corriente.

Paso 11: arranque de la separadora ambiental, lubricación y verificación del nivel de aceite de tambor, ajuste y templado de fajas, activación de llaves principales del tablero de fuerza y mando, llaves termomagnéticas individuales, vareadores de frecuencia y arranque de motores, verificando la lectura de intensidad de corriente.

Paso 12: la información se envía a la superintendencia para su verificación, aprobación y visado, posteriormente, se ingresa al sistema SAP, sistema en tiempo real.

Al analizar el consumo de arranque de una planta durante el arranque de la producción, controlando factores como el voltaje, la corriente y el factor de potencia, se puede optimizar el consumo de energía siguiendo los procedimientos de arranque, hasta un 5 % del consumo total de energía.

El mantenimiento preventivo asegura que los equipos y maquinarias estén en óptimas condiciones durante las temporadas de arranque y parada (prohibición de producción de harina y aceite para mantener recursos o semillas) debido a la intervención conjunta de todas las áreas relevantes, especialmente en la producción y áreas de mantenimiento directamente relacionadas con la operación y mantenimiento de los equipos y teniendo condiciones óptimas de trabajo con operadores capacitados (anexo 18).

Además, se puede controlar el consumo de energía en horas punta, beneficiando las ratios de producción y los costes de producción, aumentando así la economía de la empresa.

También se señaló que los operadores deben involucrarse más en la comprensión de sus máquinas, con una comprensión básica de los efectos del análisis de amperaje y vibración en equipos electromecánicos.

Los resultados muestran que el uso de equipos como convertidores de frecuencia, arrancadores de estado sólido y bancos de condensadores, y proporcionar buenas conexiones eléctricas para cada dispositivo eléctrico, puede ayudar a optimizar la energía, con base en un análisis previo de los picos de arranque en relación con su potencia requerida.

Uno de los inicios de la aplicación es una estrella de tres puntas, y se trata de reducir la corriente al inicio alimentándolo con un voltaje más bajo, usando una conexión de estrella $U_n/\sqrt{3}$. Esto asegura que la intensidad cae a un tercio de la intensidad del inicio directo.

Además, el par de arranque se reduce a menos de la mitad, lo que hace que el sistema sea inutilizable para motores de media potencia que arranquen con cargas elevadas. Otra desventaja es el corte de tensión al pasar de estrella a triángulo.

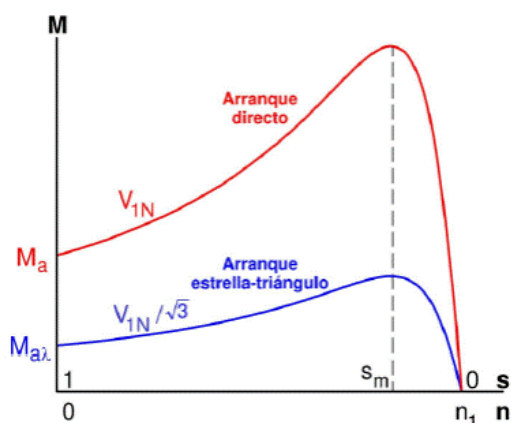


Figura 29. Curva corriente-velocidad en el arranque estrella triángulo

Se puede ver que la estrella a triángulo debe completarse en el momento en que el par de estrella es igual al par de resistencia, de lo contrario, el motor conectado en estrella no tendrá suficiente potencia para superar el par de resistencia y continuar acelerando el motor. La diferencia entre el par motor y el par resistivo se traduce en aceleración del motor. Es decir, cuando el motor alcanza una determinada velocidad y deja de acelerar, tiene que cambiar a delta.

Para realizar este sistema de arranque, el motor debe estar bobinado en triángulo para la tensión nominal. Es decir, debe soportar el voltaje de la red triangular (anexo 9).

Asimismo, los sistemas que controlan la velocidad de rotación de un motor de corriente alterna (CA), mediante el control de la frecuencia de la potencia suministrada al motor, cuando arranca a través de un convertidor de frecuencia, muestran que con estos dispositivos es posible ajustar fácilmente la velocidad de rotación y la dirección de rotación del motor, controlando la velocidad, tiempo de arranque y protección el motor. Es muy fácil de instalar y no requiere mantenimiento.

Los variadores de frecuencia funcionan según el principio de que la velocidad síncrona de un motor de corriente alterna (CA) está determinada por la frecuencia de CA suministrada y el número de polos en el estator, de acuerdo con la siguiente relación:

$$RPM = \frac{120 \times f}{p}$$

Donde

RPM = revoluciones por minuto

f = frecuencia de suministro AC (hercio)

p = número de polos

Los números de polos más utilizados en motores síncronos o asíncronos son de 2, 4, 6 y 8 polos, según la fórmula anterior, solo motores síncronos y 3600 RPM, 1800 RPM, 1200 RPM y 900 RPM al mismo tiempo, la frecuencia es 60 Hz, 3000 RPM, 1500 RPM, 1000 RPM y 750 RPM a 50 Hz. Funciona a 50 Hz o 60 Hz dependiendo de la ubicación geográfica.

En un motor asíncrono, las revoluciones por minuto son ligeramente inferiores debido al carácter asíncrono de su nombre. De estos, hay una brecha mínima entre la velocidad de rotación (RPM) del rotor (velocidad "real" o "de salida") y la cantidad de RPM del campo magnético (si ambos deben satisfacer la ecuación anterior en la sincronización del motor) al igual que en un motor asíncrono, porque solo es atraído por el campo magnético externo cuya velocidad siempre lo supera (de lo contrario, el motor dejará de producir par en el momento en que se alcance el campo magnético).

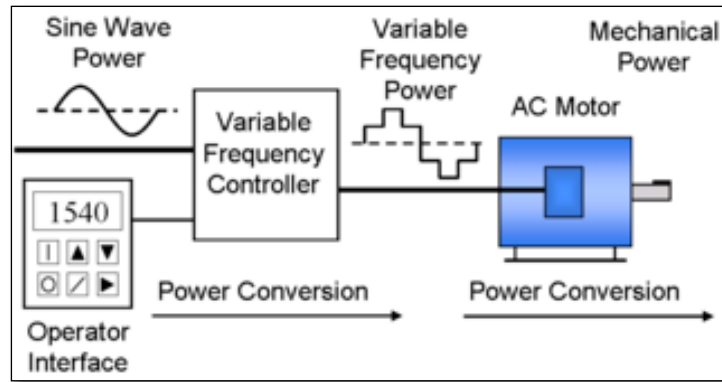


Figura 30. Diagrama de un sistema VDF

Teniendo como diagrama de instalación del sistema tal como se muestra en el anexo 10.

También se observó la disminución de la intensidad de arranque de los motores eléctricos que están acoplados mediante sistemas mecánicos o hidráulicos con una bomba centrífuga utilizada para el bombeo de líquidos tales como el aceite de pescado y la sanguaza, derivados de la materia prima como lo es la anchoveta.

Este procedimiento es muy coordinado con todas las áreas que intervienen en el proceso de arranque de una maquinaria o equipo, ya que consiste en realizar movimiento de forma manual al eje para verificar su libre giro y no se encuentre obstruido por residuos que se hayan quedado alojados en la carcasa de la bomba, justo en la zona donde se aloja el impulsor (ver anexo 11 y 12), o también verificando que las válvulas de ingreso y salida estén en la posición indicada para que no exista una contrapresión al momento de empezar con el bombeo, también es importante el cebado de la bomba para evitar la cavitación y por ende el esfuerzo del motor eléctrico durante el arranque.

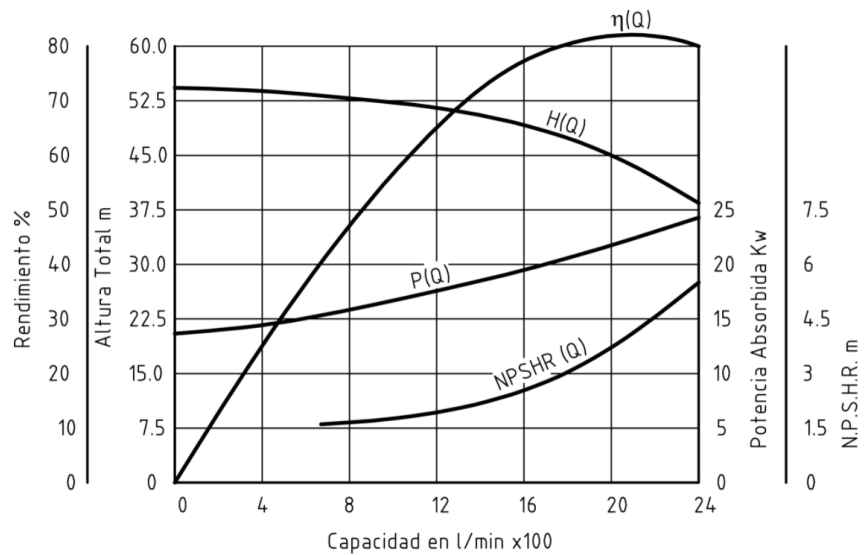


Figura 31. Curva característica de una bomba centrífuga

Hipótesis de investigación

Ho: la ejecución del proceso para el arranque eficaz perfeccionará el gasto energético eléctrico en un 5 % del centro pesquero Exalmar.

Ha: la ejecución del proceso para el arranque eficaz no perfeccionará el gasto energético eléctrico en un 5 % del centro pesquero Exalmar

Se analizará en este caso **el valor que es mayor de p que 0,05**, para que exista una evidencia estadística significativa, en este caso, para poder rechazar la hipótesis nula de estudio.

Se han tomado los datos aplicando el procedimiento y sin aplicar, para poder dar una respuesta a la hipótesis, **comparando medias de muestras relacionadas**, que se verán reflejadas.

Tabla 21. Muestras en kW

Con procedimiento (kW)	Sin procedimiento (kW)
188,15	146,94
163,32	124,12
219,51	203,83
393,29	347,56
587,97	552,27
783,97	601,04
548,78	457,31

Luego de ello, se procedió a aplicar las siguientes estadísticas.

Tabla 22. Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. error promedio
Par 1	Sin procedimiento	412,1414	7	237,13174	89,62737
	Con procedimiento	347,5814	7	195,37805	73,84596

Tabla 23. Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Sin procedimiento y con procedimiento	7	,984	,000

Tabla 24. Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Desviación promedio	95 % de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Sin procedimiento Con procedimiento	64,56000	57,00977	21,54767	11,83476	117,28524	2,996	6	,024

Se puede dar respuesta en este caso al planteamiento de hipótesis, donde p es menor que 0,05; en este caso se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la ejecución del proceso para el arranque eficaz perfeccionará el gasto energético eléctrico en un 5 % del centro pesquero Exalmar.

4.2. Discusión de resultados

La figura muestra que la energía está optimizada a 451,1 kW/h, y la aplicación está iniciada e implementada (anexo 2 y 3). Variables como factor de potencia, amperaje y análisis de vibraciones de los equipos de control y, nuevamente, el operador inicia la fase de concientización en capacitación e instrucción cada vez que la fábrica inicia producción.

Asimismo, en el estudio del modelo de gestión de mantenimiento de Mercado y Peña (6) enfocado en la eficiencia y optimización energética, un aspecto muy importante fue el uso de bancos de capacitores para corregir el factor de potencia, con buenos resultados. La investigación proporciona soporte para el trabajo validado en cada sistema instalado.

También se menciona en el estudio presentado por Calcina (28) sobre la optimización del funcionamiento de motores de inducción para el ahorro de energía eléctrica, basado en la optimización energética de conexiones estrella-triángulo para motores mayores de 30 HP, acerca de los resultados obtenidos durante el desarrollo de la implementación fueron Down a 1/3 de la fuerza inicial, y un detalle muy importante es saber calibrar el tiempo en el cronómetro para que vaya de estrella a delta.

En el artículo de investigación de Sabogal (29) sobre optimización energética de sistemas de bombeo, se utilizan acoplamientos de fluidos en equipos de bombeo, ya que antes usaban acoplamientos de cruceta, por lo que también se implementó en el dispositivo el bombeo de fluidos en plantas pesqueras, mejorando las operaciones en términos de implementación, estos detalles sobre el mantenimiento de equipos y maquinarias en condiciones óptimas ayudan a lograr el objetivo de optimizar la energía de arranque.

CONCLUSIONES

- Al realizar la implementación de arranque de planta, anexos 2 y 3, se optimizó el consumo de energía durante el arranque de maquinaria y equipamiento, esto se logra realizando el encendido según las áreas involucradas y con el tiempo indicado en los DAP.
- Asimismo, al realizar un control de parámetros eléctricos tales como amperaje, voltaje y factor de potencia en los tableros de distribución eléctrica (anexo 4). Se puede tener un panorama más amplio del comportamiento de las maquinarias y se pueden ajustar los indicadores para no exceder de los picos altos durante el arranque. Y la corrección del factor de potencia trae excelentes beneficios de reducción en los costos de facturación, disminución de pérdidas eléctricas y caídas de tensión, además de un aumento en la disponibilidad de potencia en transformadores y líneas de transmisión.
- Al realizar un control de parámetros tales como vibracional, alineamiento y fricción de los equipamiento y maquinaria con sistemas mecánicos, se puede optimizar la resistencia al flujo de electrones (intensidad), factor importante que mide la potencia eléctrica requerida para iniciar su arranque.
- Con respecto al personal operario, ya que, si ellos no están a la vanguardia de la tecnología, no será posible que se adecuen a los cambios tecnológicos que la empresa implementaría cuando se compren dispositivos que ayuden a la optimización de energía durante el arranque, tales como variadores de frecuencia, arrancadores de estado sólido, banco de condensadores, alineadores laser, pirómetros, etc. Y ello se lograría mediante la capacitación constante del personal involucrado.
- Y con respecto a la empresa se concluye que al implementar la propuesta de arranque optimizaría hasta un 5 % de su consumo de arranque de planta, que se muestra en los costos de no producción para su balance financiero anual.

RECOMENDACIONES

- Para futuras investigaciones, se recomienda realizar el estudio con respecto al factor financiero para mostrar el impacto que tiene la investigación al optimizar la energía durante el arranque de planta.
- Se recomienda continuar con las pruebas de arranque de la implementación, ya que, al realizar ajustes más precisos al entorno eléctrico y mecánico, teniendo instrumentación de última tecnología de punta se puede optimizar hasta un 2 % adicional al planteado.
- También se recomienda digitalizar los formatos de los diagramas DAP mecánico y eléctrico, asimismo, el reporte de amperajes y compartir con los usuarios involucrados de la lectura en campo de los reportes, utilizando la tecnología de la información y alimentar en tiempo real al software SAP para la toma de decisiones.

LISTA DE REFERENCIAS

1. **HONORES MENACHO, Orlando Octavio; CASIQUE BOJORQUEZ, Héctor Daniel.** *Evaluación exergética y termoeconómico de la planta evaporadora agua de cola y secadores rotatubos de la empresa pesquera Tecnología de Alimentos S. A. Chimbote :* s.n., 2016.
2. **LEYVA ZULOETA, Cristhian David.** *Análisis de los indicadores energéticos para reducir el consumo de energía en la empresa ITAL S. A. C.* 2020.
3. **GÓMEZ CHUQUILLANQUI, Dany Milton.** *Plan de mejora del factor de potencia mediante banco de condensadores 850 kVAR/440 VAC en la subestación planta concentradora de la empresa Pan American Silver unidad minera Huarón Cerro de Pasco, 2021.* 2021.
4. **AGUILAR BONIFACIO, Rocío; HILARIO PÉREZ, Julio Antonio.** *Propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento de subestaciones de transmisión en una empresa de distribución de energía eléctrica.* 2015.
5. **ALANYA CALIXTO, Emerson; YACOLCA CAJACURI, Kenyi Hugo.** *Compensación de energía reactiva y los costos por consumo en la empresa Productos del País S. A. en la provincia de Huanta, Ayacucho, 2019.* 2020.
6. **MERCADO, Verena; PEÑA, José Bernardo.** *Modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la eficiencia y optimización de la energía eléctrica.* 1, 2016, Saber, Vol. 28, págs. 99 - 105.
7. **INFANTE PROAÑO, Bryan José; JIMÉNEZ LANDA, Anderson Alberto.** *Estudio para la optimización del consumo de energía en el sistema de extracción de petróleo en el bloque 43.* Universidad Central del Ecuador. Quito : s.n., 2020. Tesis de Licenciatura.
8. **GARCÍA MEJÍA, Jonathan I., et al.** *Mantenimiento y optimización energética de una planta.* 2019.
9. **TOALA FLORES, Jeniffer Monserrath; ROJAS OVIEDO, Byron Stalin; SANTACRUZ SULCA, Fabricio Javier; GARCÍA MEJÍA, Jonathan Israel.** *Optimización energética mediante recubrimiento térmico en una red de distribución a vapor.* 1, 2021, Dominio de las Ciencias, Vol. 7, pág. 60.
10. **BOTELLO RANGEL, Jefferson Arturo.** *Actualización del sistema de fuerza en el banco didáctico de pruebas y arranque de motores trifásicos para prácticas de laboratorio con estudiantes de tecnología e ingeniería de la universidad Antonio Nariño sede Cúcuta, Norte de Santander.* 2021.
11. **VIVANCO VERGARA, María Eugenia.** *Los manuales de procedimientos como herramientas de control interno de una organización.* 3, 2017, Revista Universidad y Sociedad, Vol. 9, págs. 247 - 252.

12. **Atlas Energía.** Qué son las horas valle y las horas punta. [En línea] 2021. [Citado el: 10 de mayo de 2021.] <https://atlas-energia.com/blog/que-son-las-horas-valle-y-las-horas-punta/>.
13. **HOROWITZ, Paul; HILL, Winfield.** *The art of electronics*. 3. s.l. : Cambridge University Press, 2015. ISBN 978-0-521-80926-9.
14. **Scribd.** Análisis vibracional de un motor. [En línea] 2021. [Citado el: 10 de mayo de 2021.] <https://es.scribd.com/document/120060519/ANALISIS-VIBRACIONAL-DE-UN-MOTOR>.
15. **PERRY, Robert H.; GREEN, Don W.; MALONEY, James O.** *Manual del Ingeniero Químico Volumen I*. 7. Madrid : McGraw-Hill, 2012. ISBN 9788448133429.
16. **ABB.** Qué es un variador. [En línea] 2021. [Citado el: 8 de mayo de 2021.] <https://new.abb.com/drives/es/que-es-un-variador>.
17. **Transec.** Qué es un motor eléctrico y cómo funciona. [En línea] 2021. [Citado el: 8 de mayo de 2021.] <https://www.transec.com.ar/soporte/18450/que-es-un-motor-electrico-y-como-funciona/>.
18. **CLEAVER, Brooks.** Calderos industriales. [En línea] 2021. [Citado el: 8 de mayo de 2021.] <https://cleaverbrooks.com/Catalog/boilers/firetube/cble>.
19. **HART, Daniel W.** *Electrónica de Potencia*. Madrid : Pearson Educación. S. A. , 2001. ISBN 84-205-3179-0.
20. **Infraspeak.** Tipos de mantenimiento. [En línea] 2021. [Citado el: 8 de mayo de 2021.] <https://blog.infraspeak.com/es/tipos-de-mantenimiento/>.
21. **Mecánica Industrial Tameco.** Qué es una electrobomba. [En línea] 2021. [Citado el: 8 de mayo de 2021.] <https://tameco.es/que-es-una-electrobomba/>.
22. **Fluke.** El Abc de las pinzas amperimétricas. [En línea] 2021. [Citado el: 8 de mayo de 2021.] <https://www.fluke.com/es-pe/informacion/blog/sonda-tipo-pinzas/el-abc-de-las-pinzas-amperimetricas..>
23. **Perú Construye.** *Tableros eléctricos de control y distribución de energía*. 2021, Revista Perú Construye.
24. **Ingeniería y Construcciones.** Banco de condensadores, qué es y para qué sirve. [En línea] 2021. [Citado el: 8 de mayo de 2021.] <https://www.hgingenieria.com.co/banco-de-condensadores-que-es-y-para-que-sirve/>.
25. **Flottweg.** La gama de productos Tricanter. [En línea] 2021. [Citado el: 8 de mayo de 2021.] <https://www.flottweg.com/es/la-gama-de-productos/tricanter/>.
26. **Manfredini; Eschianchi.** Molinos a martillos. [En línea] 2021. [Citado el: 8 de mayo de 2021.] <http://www.manfredineschianchi.com/301-02-3ES-molinos-a-martillos-pig.htm>.
27. **Universidad Continental.** Diagrama de análisis de Pareto. [En línea] 2021. [Citado el: 8 de mayo de 2021]. <https://n9.cl/jmjte>

28. **CALCINA SOTELO, Armando Felipe.** Optimización del funcionamiento de un motor de inducción para el ahorro de energía eléctrica en el laboratorio UNCP. 2016.
29. **SABOGAL ABRIL, Bernardo Roger.** Modelo de optimización de uso de energía en sistemas de bombeo. 2013.

ANEXOS

Anexo 1

Tabla 25. Matriz de consistencia

Problema principal	Objetivo principal	Hipótesis principal	Variables e indicadores	Metodología
¿En qué medida la ejecución del proceso de arranque eficaz del centro pesquero Exalmar, perfeccionará el gasto energético eléctrico en un 5 %?	Ejecutar un proceso de arranque eficaz del centro pesquero Exalmar para perfeccionar el gasto energético eléctrico en un 5 %.	La ejecución del proceso para el arranque eficaz perfeccionará el gasto energético eléctrico en un 5 % del centro pesquero Exalmar.	Variable dependiente *Gasto energético eléctrico	Tipo de investigación Cuantitativo
Específicos	Específicos	Específicas	Dimensión: eficiencia	Diseño de la investigación Preexperimental
¿De qué manera, al examinar el proceso y comportamiento de equipos y maquinaria electromecánicos durante el arranque hecho por los operarios de planta, perfeccionará el gasto energético eléctrico en un 5 % del centro pesquero Exalmar?	Diseñar un plan para examinar el proceso y comportamiento de equipos y maquinaria electromecánicos durante el arranque hecho por los operarios de planta, para perfeccionar el gasto energético eléctrico en un 5 % del centro pesquero Exalmar.	La implementación para examinar el proceso y comportamiento de los equipos y maquinaria electromecánicos durante el arranque hecho por los operarios de planta perfeccionará el gasto energético eléctrico en un 5 % del centro pesquero Exalmar.	Indicador: Unidad: -Tasa de rendimiento eficiente - %	Alcance Explicativa
¿De qué manera, al registrar los parámetros como amperaje, voltaje y factor de potencia en los tableros de distribución eléctrica, perfeccionará el gasto energético eléctrico en un 5 % del centro pesquero Exalmar?	Instaurar un proceso para registrar los parámetros como amperaje, voltaje y factor de potencia en los tableros de distribución eléctrica, para perfeccionar el gasto energético eléctrico en un 5 % del centro pesquero Exalmar.	La implementación para registrar los parámetros como amperaje, voltaje y factor de potencia en los tableros de distribución eléctrica, perfeccionará el gasto energético eléctrico en un 5 % del centro pesquero Exalmar.	Variable independiente *Procedimiento de arranque eficiente	Ámbito de estudio Zona de Puerto Malabrigo
			Dimensión: *Plan para analizar el proceso y comportamiento de los equipos y maquinaria.	Población y muestra Planta pesquera Exalmar 75 equipos motorizados

Indicadores:

Unidad de medida:

- inspección preliminar
- Lista de verificación
- Arranque

*Procedimiento de registro del
tablero distribución eléctrica

Indicadores:

Unidad de medida:

- Amperaje (A)
- Voltaje (V)
- Factor de potencia %

*Procedimiento de registro de
parámetros mecánicos

Indicadores:

Unidad de medida:

- Vibración
 - mm/s
 - Alineamiento
 - Fricción
-

Anexo 2

Diagrama de actividades de proceso del área Mecánica - Producción (DAP)

Cursograma analítico (DAP)								
Operario/equipo								
Diagrama N.º: 001		Hoja N.º: 001		Resumen				
Objetivo: Arranque Secuencial de Planta		Actividad		Propuesto				
		Operación		10				
		Transporte		1				
Actividad: Arranque de maquinaria de planta		Espera		0				
		Inspección		11				
		Almacenamiento		1				
Método: Propuesto		Distancia (m)		143				
Lugar: Planta Pesquera Exalmar Malabrigo		Tiempo (min-hombre)		182				
Operario: Turno A -B		Costo:		-				
Compuesto por: Segundo Detán Gordillo Fecha: 15/05/2021 Aprobado por: Superintendente Fecha: 15/05/2021		Mano de Obra		-				
		Material		-				
		Total		384				
Descripción	Dist. (m)	Tiempo (min)	○	➔	◐	◑	▽	Observación
Verificación de Instrumentos de medición y cartilla de lubricación	20	10						Vibrómetro, alineador laser y lubricadores
Zona de Tolvas: lubricación de cadenas, chumaceras y caja reductoras	10	8	●					Revisión de tornillos helicoidales
Verificación de motorreductores		5						Nivel de aceite
Zona de Palma I y II: lubricación de electrobombas, giro de forma manual	5	8	●					Cebado de electrobombas
Verificación de electrobombas		3						
Zona de Cocinas y Prensa: lubricación de cadenas, chumaceras y caja reductoras	10	8	●					Engrase de cadena
Verificación de caja reductora		5						Nivel de aceite
Zona de Separadora y centrifugas: lubricación y nivel de aceite de tambor.	5	10	●					Templado de fajas
Verificación de tambores		5						

Zona de PAC: Lubricar bombas centrifugas y de vacío.	4	10	●					Bomba de vacío y de agua de mar
Verificación de bombas centrifugas y de vacío.		5					●	
Zona de Calderos: Lubricar bombas de agua y ventiladores.	4	15	●					Bomba de agua marca aurora
Verificación de bombas de agua y ventiladores.		10					●	
Zona de Secadores: Lubricar cadenas chumaceras y caja reductoras	4	8	●					Revisión de polines de retención
Verificación de chumaceras y caja		5					●	Verificar nivel de aceite
Zona de Molinos: Lubricar cadenas y ajuste de martillos y fajas	5	10	●					Templado de fajas
Verificación de martillos		8					●	
Zona de Ensaque: Lubricar cadenas chumaceras y caja reductoras	6	10	●					Activación de tolva de pesaje
Verificación de chumaceras y caja reductoras		4					●	
Zona de Separadora Ambiental: Lubricar chumaceras y tambor.	10	12	●					
Verificación de chumaceras y tambor		4					●	
Información se lleva al área de superintendencia	60	4		●				
Almacenamiento e ingreso de data al Sistemas SAP		15					●	
Total	143	182	10	1	0	11	1	-

Anexo 3
Diagrama de actividades de proceso área Eléctrica y Producción (DAP)

Cursograma analítico (DAP)								
Operario/equipo								
Diagrama N.º: 002		Hoja N.º: 001		Resumen				
Objetivo: Arranque Secuencial de Planta		Actividad			Propuesto			
		Operación			10			
		Transporte			1			
Actividad: Arranque de maquinaria de planta		Espera			0			
		Inspección			11			
		Almacenamiento			1			
Método: Propuesto		Distancia (m)			143			
Lugar: Planta Pesquera Exalmar Malabrigo		Tiempo (min-hombre)			182			
Operario: Turno A -B		Costo: Mano de Obra			-			
Compuesto por: Segundo Detán Gordillo Fecha: 15/05/2021 Aprobado por: Superintendente Fecha: 15/05/2021		Material						
		Total			384			
Descripción	Dist. (m)	Tiempo (min)	○	➔	◐	◑	▽	Observación
Verificación de Instrumentos de medición y ficha de amperaje	20	10					●	Amperímetro, voltímetro
Zona de Tolvas: Activación de llaves termomagnéticas y VF. Arranque de motores eléctricos	10	8	●					Activación de llave principal
Verificación de intensidad de corriente		5					●	
Zona de Palma I y II: Activación de llaves termomagnéticas y VF. Arranque de motores eléctricos	5	8	●					Activación de variador de frecuencia
Verificación de electrobombas		3					●	
Zona de Cocinas y Prensa: Activación de llaves termomagnéticas y VF. Arranque de motores eléctricos	10	8	●					Activación de variador de frecuencia
Verificación de intensidad de corriente		5					●	
Zona de Separadora y centrifugas: Activación de llaves termomagnéticas y VF. Arranque de motores eléctricos	5	10	●					Activación de variador de frecuencia
Verificación de intensidad de corriente		5					●	

Zona de PAC: Activación de llaves termomagnéticas y VF. Arranque de motores eléctricos	4	10	●					Activación de variador de frecuencia
Verificación de intensidad de corriente		5					●	
Zona de Calderos Activación de llaves termomagnéticas y VF. Arranque de motores eléctricos	4	15	●					Activación de variador de frecuencia
Verificación de intensidad de corriente		10					●	
Zona de Secadores Activación de llaves termomagnéticas y VF. Arranque de motores eléctricos	4	8	●					Activación de variador de frecuencia
Verificación de intensidad de corriente		5					●	
Zona de Molinos Activación de llaves termomagnéticas y VF. Arranque de	5	10	●					Activación de variador de frecuencia
Verificación de intensidad de corriente		8					●	
Zona de Ensaque Activación de llaves termomagnéticas y VF. Arranque de motores eléctricos	6	10	●					Activación de variador de frecuencia
Verificación de intensidad de corriente		4					●	
Zona de Separadora Ambiental Activación de llaves termomagnéticas y VF. Arranque de motores eléctricos	10	12	●					Activación de variador de frecuencia y tablero <u>electrónico</u>
Verificación de intensidad de corriente		4					●	
Información se lleva al área de superintendencia	60	4		●				
Almacenamiento e ingreso de data al Sistemas SAP		15					●	
Total	143	182	10	1	0	11	1	

Anexo 4
Reporte de amperaje de motores de planta

Fecha:		Realizado por :				
Ítem	Equipos	Potencia nominal		I nom (A)		Observaciones
		K. W.	HP	I línea	Lectura	
T.D.F.1 tolvas						
1	Trans. de malla N.º 1	25.49	30	40.0		
2	Trans. de malla N.º 2	25.49	30	40.0		
3	Trans. de malla N.º 3	12.74	15	20.0		
4	Trans. de malla N.º 4	12.74	15	20.0		
5	T. H. 1 poza N.º 1	16.99	20	26.7		
6	T. H. 2 poza N.º 2	16.99	20	26.7		
7	T. H. 3 poza N.º 3	16.99	20	26.7		
8	T. H. 4 poza N.º 4 -A	16.99	20	26.7		
9	T. H. 6 colector de pozas	12.74	15	20.0		
	Total	157.2	185.0	247.7		
T.D.F.2 pama I						
10	Motorreductor colector clarificador	6.37	7.5	10.0		
11	Compresor de reactor DAF FABTECH	8.50	10	13.3		
12	Bomba de reactor DAF FABTECH	63.72	75	100.1		
13	Compresor de reactor DAF DENVER	8.50	10	13.3		
14	Bomba de reactor DAF DENVER	63.72	75	100.1		
	Total	150.8	177.5	236.9		
T.D.F.3 pama II						
15	Bomba de aliment. A Equilizador 01	127.44	150	200.2		
16	Bomba de aliment. A Equilizador 02	127.44	150	200.2		
17	Bomba de aguas claras	63.72	75	100.1		
18	Bomba de aguas rojas I	16.99	20	26.7		
19	Bomba de aguas rojas II	16.99	20	26.7		
20	Bomba de lodos trampa de grasa	8.50	10	13.3		
	Total	361.1	425.0	567.1		
T.D.F. 4 cocina - prensa						
21	Cocina N.º 1 (variador)	12.74	15	20.0		

22	Cocina N.º 2 (variador)	16.99	20	26.7		
23	T. H. 12 colector de KEKE	8.50	10	13.3		
24	Prensa 1	84.96	100	133.4		
25	Prensa 2	84.96	100	133.4		
26	Bom. de agua de mar N.º 1	84.96	100	133.4		
	Total	293.10	345	460.4		
T.D.F. 5 SEP. centrifugas						
27	Centrífuga N.º 1	25.49	30	40.0		
28	Centrífuga N.º 2	25.49	30	40.0		
29	Centrífuga N.º 3	25.49	30	40.0		
30	Centrífuga N.º 4	25.49	30	40.0		
31	Centrífuga N.º 5	25.49	30	40.0		
32	Separadora N.º 1	25.49	30	40.0		
33	Separadora N.º 2	25.49	30	40.0		
34	Separadora N.º 3	25.49	30	40.0		
35	Separadora N.º 4	25.49	30	40.0		
	Total	229.4	270.0	360.3		
T.D.F.6 PAC						
36	Bomba de recirculación efecto 01	127.44	150	200.2		
37	Bomba de recirculación efecto 02	16.99	20	26.7		
38	Bomba de recirculación efecto 03	16.99	20	26.7		
39	Bomba de concentrado de PAC	12.74	15	20.0		
40	Bomba de condensado de PAC	8.50	10	13.3		
41	Exhaustor de vahos variador VACON	63.72	75	100.1		
	Total	246.4	290.0	387.0		
T.D.F. 7 Calderos						
42	Bom de aliment. A desare.	12.74	15	20.0		
43	Bom. de agua caldero N.º 1	16.99	20	26.7		
44	Bom. de agua caldero N.º 2	16.99	20	26.7		
45	Bom. de agua caldero N.º 5	25.49	30	40.0		
46	Calentador eléctrico N.º 1	8.50	10	13.3		
47	Calentador eléctrico N.º 3	8.50	10	13.3		
48	Ventilador aire cal. N.º 4	25.49	30	40.0		
49	Compresor de aire N.º 4	8.50	10	13.3		

50	Calentador eléctrico N.º 4	8.50	10	13.3		
51	Ventilador aire cal. N.º 5	25.49	30	40.0		
	Total	157.2	185.0	246.9		
T.D.F. 8 secadores						
Rotadisck						
52	TH 16 elevador A rotadisck	8.50	10	13.3		
53	TH 17 Elevador A rotadisck	8.50	10	13.3		
54	Rotadisck 01	63.72	75	100.1		
55	Rotadisck 02 (pre-start)	63.72	75	100.1		
56	Rotadisck 03	84.96	100	133.4		
57	TH 22 colector de rotadisck	12.74	15	20.0		
Rotatubos						
58	TH 24 distribuidor a rotatubos	12.74	15	20.0		
59	Secador rotatubo 01 (pre-star)	84.96	100	133.4		
60	Secador rotatubo 02	87.08	100	133.4		
61	Secador rotatubo 03	130.62	150	200.2		
	Total	557.5	650.0	867.4		
T. D. F. 9 molinos						
62	TH 28 colector de rotatubos	13.08	15	20.0		
63	Enfriador de harina	65.39	75	100.1		
64	TH 30 elevador a purificador	8.72	10	13.3		
65	Purificador de harina	13.08	15	20.0		
66	TH 32 distribuidor-alimentador a molinos	17.44	20	26.7		
67	Molino N.º 1	87.18	100	133.4		
68	Molino N.º 2	87.18	100	133.4		
69	TH 33 colector de molinos	8.72	10	13.3		
	Total	300.78	345	460.4		
T.D.F. 10 ensaque						
70	T. H. 37 inclinado a tolvin	8.72	10	13.3		
71	T. H. 38 dosificador	8.72	10	13.3		
72	T. H. 39 mezclador	8.72	10	13.3		
73	T. H. 40 inclinado a balanza	8.72	10	13.3		
	Total	34.9	40.0	54.4		
T.D.F.11 separadora ambiental						
74	Tambor separadora ambiental (variador)	65.39	75.0	100.1		

75	T. H. 41 salida de separadora ambiental	8.72	10	13.3			
	Total	74.1	75.0	100.1			
		2562.4	2987.5	3988.6			

Anexo 5 La anchoveta peruana

SECTOR PESQUERO

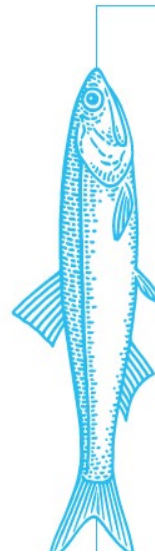
- Es una especie no migratoria que se distribuye en dos áreas: centro norte y sur.
- Se presenta en extensos cardúmenes que en periodos de alta disponibilidad facilita capturas de gran magnitud.
- Con presencia cercana a la costa, se encuentra anchoveta hasta las 80 millas marinas. Este alcance es variable ya que se ha podido observar hasta las 200 millas.
- Un ciclo corto de reproducción de sólo seis meses y un ciclo de vida de tres años. Alcanza la madurez cuando cumple un año de edad y alcanza los 12 cm de longitud, siendo esta la talla mínima para pesca.

Gracias a estas condiciones, el Perú se ha consolidado como el primer productor y exportador de harina y aceite de pescado a nivel mundial, teniendo a la acuicultura como principal destino de uso de estos productos. En el año 2017, se mantuvo como el primer exportador a nivel mundial con una participación del 31%.

ANCHOVETA PERUANA

ÚNICA ESPECIE
AUTORIZADA
PARA LA
PRODUCCIÓN
DE HARINA DE
PESCADO.

PRESENTA
DIVERSAS
VENTAJAS
SOBRE OTRAS
ESPECIES.



*

NO ES UNA ESPECIE MIGRATORIA

Se distribuye a manera de dos unidades poblacionales: stock norte- centro y stock sur.

Su distribución está asociada con la extensión de aguas costeras frías de la corriente de Humboldt, (rangos que oscilan entre 16° y 23°C en verano y de 14° a 18°C en invierno), salinidades entre 34.5 y 35.1 ppm y elevadas concentraciones de nutrientes (fosfatos, silicatos y nitratos).

*

PRESENCIA CERCANA A LA COSTA

En función a la distancia de la costa, se encuentra anchoveta hasta las 80 millas marinas. Este alcance es variable, ya que se ha podido observar hasta las 200 millas.

*

EXTENSOS CARDÚMENES

La anchoveta forma enormes cardúmenes que en periodos de alta disponibilidad facilita capturas de gran magnitud.

*

CORTO CICLO DE REPRODUCCIÓN

Ciclo de reproducción de 6 meses. Ciclo de vida: 3 años. Madurez: a los 12 cm de longitud (1 año de edad). En 3 años llega a un máximo de 20 cm. Talla mínima para pesca: 12 cm. A

Anexo 6
Directorio y Gerencia de Pesquera Exalmar SAA 2020

DIRECTORIO Y GERENCIA

DIRECTORES

El Directorio se encuentra actualmente conformado por siete directores. El Presidente del Directorio, Sr. Victor Matta Curotto, se encuentra vinculado a los accionistas Caleta de Oro Holding del Perú S.A.C., Caleta de Oro Holding S.A. y Silk Holding Management LTD, sumando así el Grupo Económico controlador un 76.75% del accionariado.

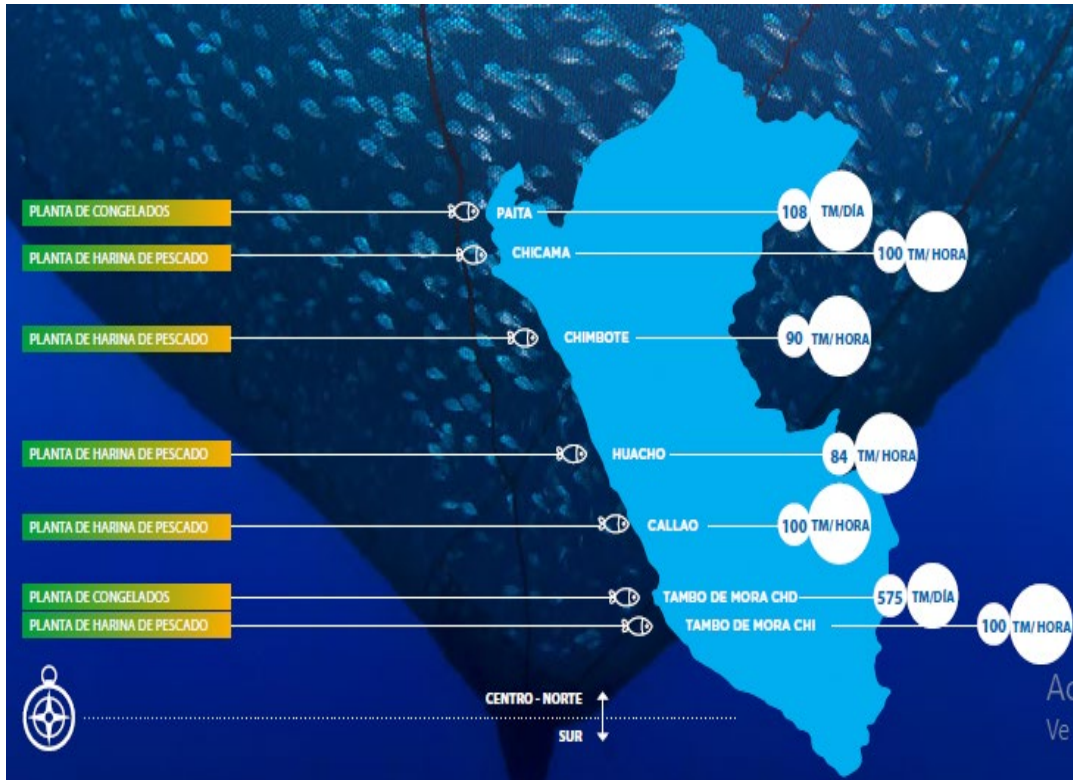
Asimismo, Pesquera Exalmar cuenta con más de un tercio de miembros del Directorio calificados como independientes: Andrés Muñoz Ramírez, Cristian Celis Morgan y Martín Ramos Rizo Patrón.

Al 31 de diciembre del 2020, el Directorio de la empresa se encuentra conformado por las siguientes personas:

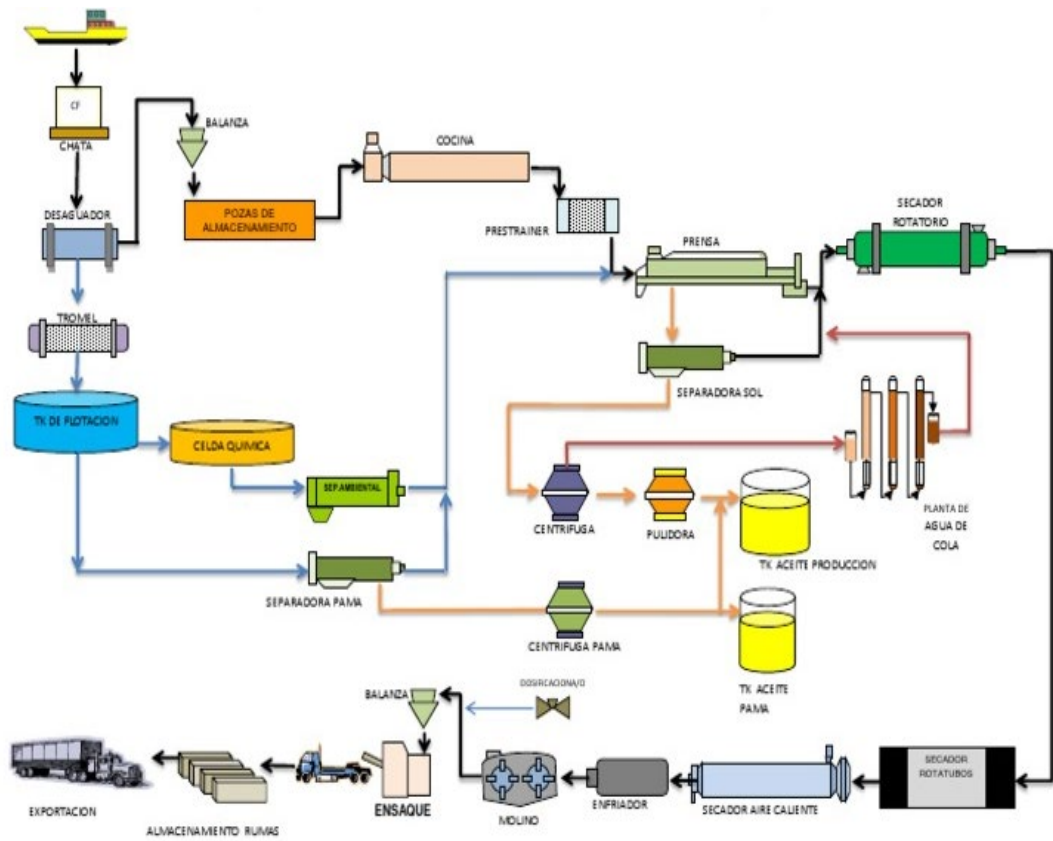
DIRECTORES

Victor Matta Curotto	Presidente de Directorio
Victor Matta Dall'Orso	Vicepresidente del Directorio
María Cecilia Blume Cillóniz	Director dependiente
Rodrigo Sarquis Said	Director dependiente
Andrés Muñoz Ramírez	Director independiente
Cristian Celis Morgan	Director independiente
Martín Ramos Rizo Patrón	Director independiente

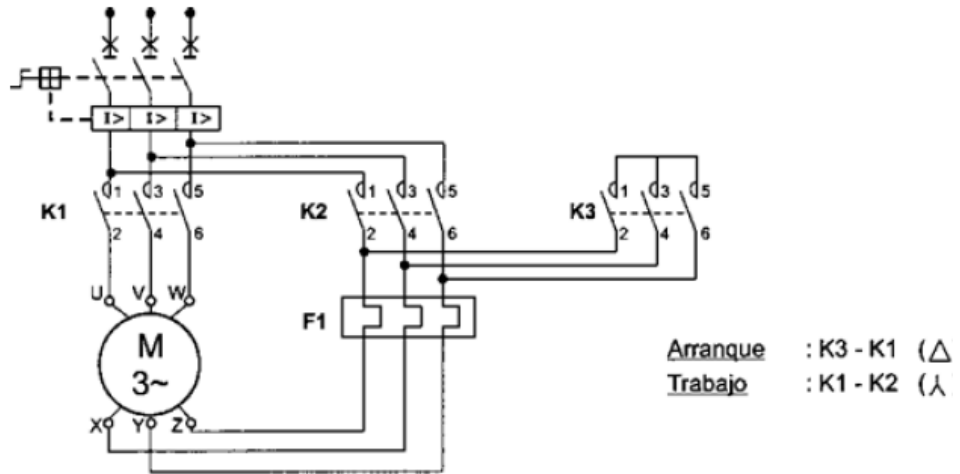
Anexo 7
Ubicación de plantas pesqueras Exalmar SAA



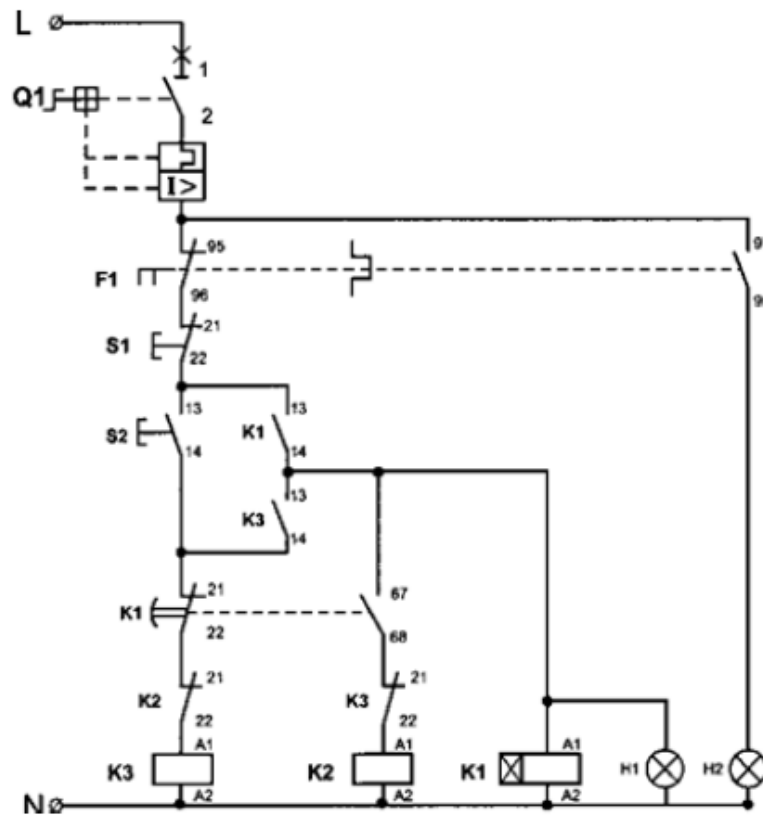
Anexo 8 Diagrama de flujo de una planta de harina de pescado



Anexo 9
Circuito de fuerza y mando de un motor eléctrico trifásico
Circuito de fuerza

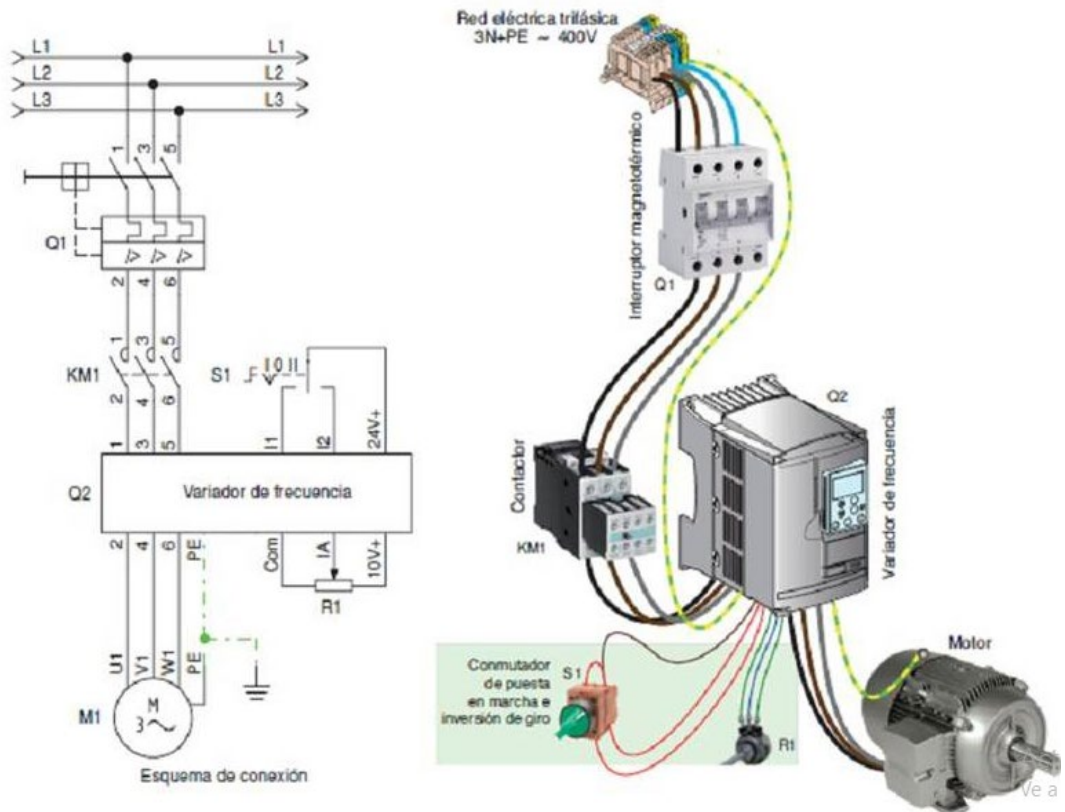


Circuito de mando



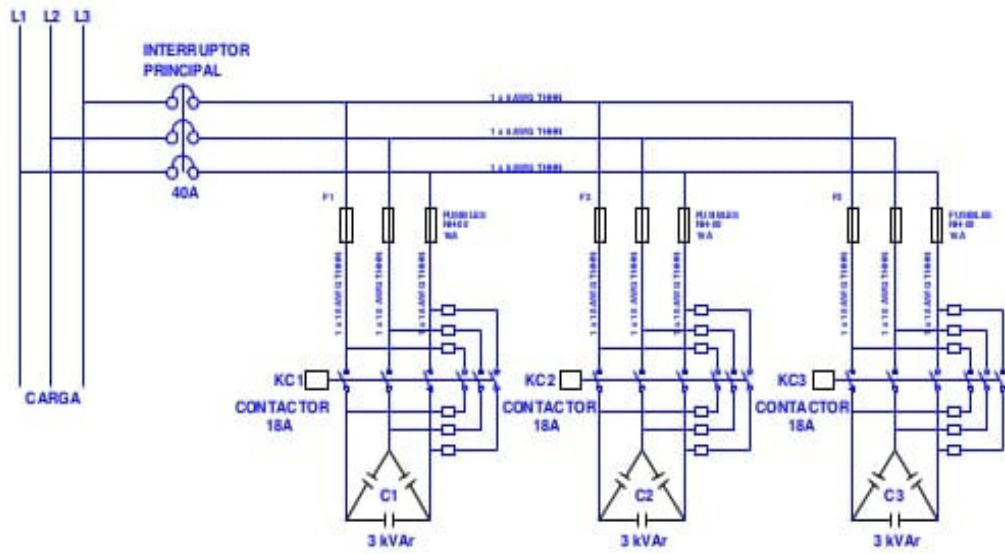
Anexo 10

Instalación de un motor eléctrico trifásico con variador de frecuencia



Anexo 11

Diagrama de instalación eléctrica de banco de condensadores



Anexo 12
Contactores Hyundai para bancos de condensadores

CONTACTORES PARA CONDENSADORES, CON RESISTENCIAS DE PRECARGA					
		Potencia Reactiva kVAr		Tensión de operación de la bobina (V)	Contactos Auxiliares
		220V AC	440V AC		
HYU0198	HGC12C 22NS A110	6,7	12,0	110V AC	2NA+2NC
HYU0199	HGC12C 22NS A220	6,7	12,0	220 VAC	2NA+2NC
HYU0201	HGC18C 22NS A110	8,5	16,7	110V AC	2NA+2NC
HYU0202	HGC18C 22NS A220	8,5	16,7	220 VAC	2NA+2NC
HYU0204	HGC25C 22NS A110	10,0	20,0	110V AC	2NA+2NC
HYU0205	HGC25C 22NS A220	10,0	20,0	220 VAC	2NA+2NC
HYU0207	HGC40C 22NS A110	15,0	29,0	110V AC	2NA+2NC
HYU0208	HGC40C 22NS A220	15,0	29,0	220 VAC	2NA+2NC
HYU0210	HGC50C 22NS A110	19,0	40,0	110V AC	2NA+2NC
HYU0211	HGC50C 22NS A220	19,0	40,0	220 VAC	2NA+2NC

Anexo 13

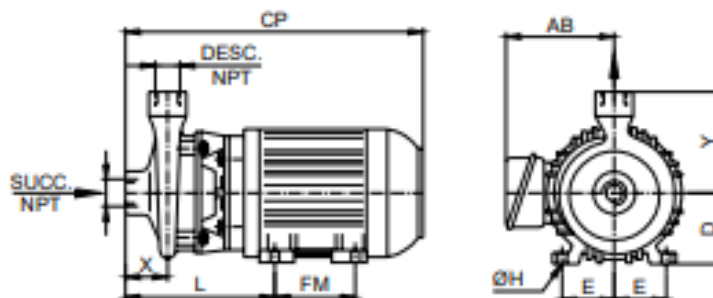
Datos técnicos de electrobomba centrífuga monoblock serie B y C Hidrostatal



DATOS TECNICOS

MODELO	DIAMETRO EJE (PULG.)		MOTOR		
	IMPULSOR	SELLO	F.S.	HP	FRAME
B1x1.1/2-3.4 T	NF 7/16	5/8	1.0	3.4	NEMA F56H
B1.1/2x2-0.8 M				0.8	NEMA C56
B1.1/2x2-1.4 M				1.4	NEMA D56
B1.1/2x2-1.9 T				1.9	
B1.1/2x2-3.4 T				3.4	NEMA F56H
B1.1/2x2-5.7 T	NF 7/8	1.1/8		5.7	IEC 100L
B1.1/2x2.1/2-1.4 M	NF 7/16	5/8		1.4	NEMA D56
B1.1/2x2.1/2-1.9 M				1.9	
B1.1/2x2.1/2-3.4 T				3.4	NEMA F56H
B1.1/2x2.1/2-5.7 T	NF 7/8	1.1/8		5.7	IEC 100L
B1.1/2x2.1/2-8.6 T			8.6	IEC 112M	
C1.1/2x2-5.7 T			5.7	IEC 100L	
C1.1/2x2-8.6 T			8.6	IEC 112M	
C1.1/2x2.1/2-11.5 T			11.5	IEC 132S	
C2x3-11.5 T			11.5	IEC 132S	

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS



MODELO	SUC.	DES.	AB	CP	D	E	FM	ØH	L	X	Y	PESO Kg
B1x1.1/2-3.4T	1.1/2"	1"	95	441	95	70	-	-	115	50	150	26.2
B1.1/2x2-0.8M	2"	1.1/2"		385	108				20.0			
B1.1/2x2-1.4M				427					25.6			
B1.1/2x2-1.9T				457					24.6			
B1.1/2x2-3.4T				447	28.1							
B1.1/2x2.1/2-1.4M	2.1/2"	1.1/2"	447	95	28.0							
B1.1/2x2.1/2-1.9T			477	27.1								
B1.1/2x2.1/2-3.4T				30.7								
B1.1/2x2-5.7T	2"	1.1/2"	160	482	100	80	140	12	241	70	155	42.8
B1.1/2x2.1/2-5.7T	2.1/2"		502	113	95	261			90	46.3		
B1.1/2x2.1/2-8.6T			175	523	112	268			53.0			
C1.1/2x2-5.7T			2"	160	482	113			80	241	70	170
C1.1/2x2-8.6T			175	503	112	95			248	54.3		
C1.1/2x2.1/2-11.5T	2.1/2"	2"	205	556	132	108	282	85	180	75.9		
C2x3-11.5T	3"		571	297	100	200	76.2					

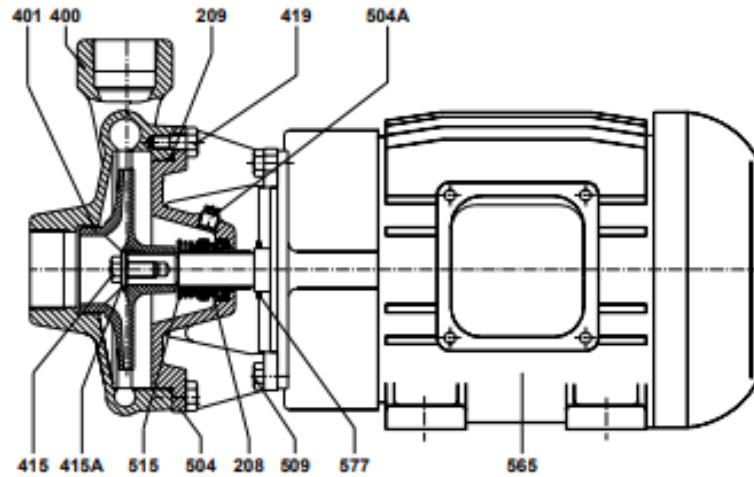
MEDIDAS EN MM.

Anexo 14
Componentes de electrobomba centrífuga monoblock serie B y C Hidrostat

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA CATALOGO I - VERSIÓN D
 MONOBLOCK SERIE B y C REV.12 09/2014



COMPONENTES



- | | | | |
|------|---|------|----------------------------|
| 112 | CHAVETA PLANA | 415A | ANILLO PLANO |
| 208 | BOCINA EJE | 417 | CONJUNTO DE FIJACION |
| 209 | EMPAQUETADURA | 419 | CONJUNTO DE FIJACION |
| 400 | CAJA | 451 | EMPAQUETADURA |
| 401 | IMPULSOR / IMPULSOR POSTERIOR
(B. MULTIETAPICAS) | 452 | GUIADOR (B. MULTIETAPICAS) |
| 401A | IMPULSOR DELANTERO
(B. MULTIETAPICAS) | 504 | LINTERNA |
| 402 | TAPA | 504A | TAPON NPT 1/4" |
| 406 | EMPAQUETADURA | 509 | CONJUNTO DE FIJACION |
| 415 | PERNO CENTRAL / ESPARRAGO
(B. MULTIETAPICAS) | 515 | SELLO MECANICO |
| | | 565 | MOTOR ELECTRICO |
| | | 577 | ANILLO DEFLECTOR |

Anexo 15
Tablero de distribución eléctrica, pesquera Exalmar, planta Malabrigo



Anexo 16
Transformadores de 1000 kAV potencia pesquera Exalmar, planta Malabrigo



Anexo 17
Sistema de fuerza de banco de condensadores, pesquera Exalmar, planta Malabrigo



Anexo 18
Capacitación de personal, pesquera Exalmar, planta Malabrigo

