

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



INFORME DE TESIS PARA TÍTULO

Influencia de capacidad disponible de secadores y planta evaporadora
para incremento productivo de harina de pescado, empresa pesquera
Hayduk-Coishco

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA

Autores

Br. Ipanaque Silva, Juan Carlos

Br. Vílchez Blas, Sixto Jesús

Asesor

Mg. Benites Villegas, Héctor Domingo

DNI: 17821639

Código ORCID: 0000-0002-8809-6371

Nuevo Chimbote- Perú

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

La presente tesis ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando encuadrado dentro de las áreas y líneas de investigación conforme al reglamento general para la obtención del título profesional en la Universidad Nacional del Santa (R.D N°492-2017-CU-R-UNS) según la denominación siguiente:

TÍTULO DE TESIS

Influencia de capacidad disponible de secadores y planta evaporadora para incremento productivo de harina de pescado, Empresa Pesquera Hayduk-Coishco

Autor(es)

Br. Ipanaqué Silva, Juan Carlos

Br. Vílchez Blas, Sixto Jesús.

Mg. Benites Villegas, Héctor Domingo

DNI: 17821639

Código Orcid: 0000-0002-8809-6371



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA E.P. INGENIERÍA EN ENERGÍA

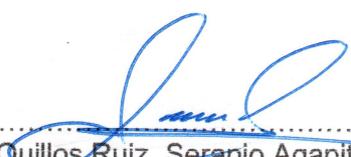
ACTA DE CONFORMIDAD DEL JURADO

El presente jurado evaluador da la conformidad del presente informe, desarrollado en el cumplimiento del objetivo propuesto y presentado conforme al reglamento General para obtener el grado Académico de Bachiller y Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa (R.D N°492-2017-CU-R-UNS); titulado:

INFLUENCIA DE CAPACIDAD DISPONIBLE DE SECADORES Y PLANTA EVAPORADORA PARA INCREMENTO PRODUCTIVO DE HARINA DE PESCADO, EMPRESA PESQUERA HAYDUK-COISHCO

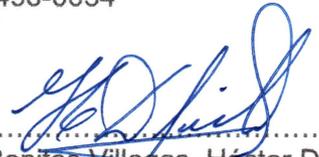
Autores:

Bach. Juan Carlos Ipanaque Silva
Bach. Sixto Jesús Vílchez Blas
Revisado y evaluado por el siguiente Jurado
Evaluador.


.....
Dr. Quillos Ruiz, Serapio Agapito
Presidente

Código ORCID:0000-0002-4498-0034
DNI 08597503


.....
Mg. Guevara Chinchayan, Robert Fabian
DNI 32788460
Código ORCID: 0000-0002- 3579-3771


.....
Mg. Benites Villegas, Héctor Domingo
DNI 17821639
Código ORCID: 0000-0002- 8809-6371



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

A los seis días del mes de enero del año dos mil veintitres, siendo las once horas de la mañana, se reunieron en el aula E-3 del pabellón de la EPIE, el Jurado Evaluador designado mediante **Resolución N° 557-2022-UNS-CFI**, integrado por los siguientes docentes:

- **Dr. SERAPIO AGAPITO QUILLOS RUIZ** : **PRESIDENTE**
- **Mg. ROBERT FABIAN GUEVARA CHINCHAYAN** : **SECRETARIO**
- **Mg. HECTOR DOMINGO BENITES VILLEGAS** : **INTEGRANTE**

Y según la **resolución decanal N° 002-2023-UNS-FI**, se declara expedito al bachiller para dar inicio a la sustentación y evaluación de la Tesis titulada: **"INFLUENCIA DE CAPACIDAD DISPONIBLE DE SECADORES Y PLANTA EVAPORADORA PARA INCREMENTO PRODUCTIVO DE HARINA DE PESCADO, EMPRESA PESQUERA HAYDUK-COISHCO"** elaborado por el Bachiller de Ingeniería en Energía: **IPANAQUE SILVA JUAN CARLOS** con código de matrícula N° 200811017, teniendo como asesor al docente Mg. Héctor Domingo Benites Villegas, según Resolución Decanal N° 118-2020-UNS-FI, de fecha 23.07.20.

Terminada la sustentación del Bachiller, respondió las preguntas formuladas por los miembros del jurado y el público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, en concordancia con el artículo 103° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, declara:

BACHILLER	PROMEDIO	PONDERACIÓN
IPANAQUE SILVA JUAN CARLOS	17 (DIECISIETE)	BUENO

Siendo las doce horas del mismo día, se da por terminado el acto de sustentación, firmando los integrantes del jurado en señal de conformidad.


Dr. Serapio Agapito Quillos Ruiz
PRESIDENTE


Mg. Robert F. Guevara Chinchayan
SECRETARIO


Mg. Hector Domingo Benites Villegas
INTEGRANTE



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

A los seis días del mes de enero del año dos mil veintitres, siendo las once horas de la mañana, se reunieron en el aula E-3 del pabellón de la EPIE, el Jurado Evaluador designado mediante **Resolución N° 557-2022-UNS-CFI**, integrado por los siguientes docentes:

- **Dr. SERAPIO AGAPITO QUILLOS RUIZ** : PRESIDENTE
- **Mg. ROBERT FABIAN GUEVARA CHINCHAYAN** : SECRETARIO
- **Mg. HECTOR DOMINGO BENITES VILLEGAS** : INTEGRANTE

Y según la **resolución decanal N° 002-2023-UNS-FI**, se declara expedito al bachiller para dar inicio a la sustentación y evaluación de la Tesis titulada: **“INFLUENCIA DE CAPACIDAD DISPONIBLE DE SECADORES Y PLANTA EVAPORADORA PARA INCREMENTO PRODUCTIVO DE HARINA DE PESCADO, EMPRESA PESQUERA HAYDUK-COISHCO”** elaborado por el Bachiller de Ingeniería en Energía: **VILCHEZ BLAS SIXTO JESÚS** con código de matrícula N° 201011005, teniendo como asesor al docente Mg. Héctor Domingo Benites Villegas, según Resolución Decanal N° 118-2020-UNS-FI, de fecha 23.07.20.

Terminada la sustentación del Bachiller, respondió las preguntas formuladas por los miembros del jurado y el público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, en concordancia con el artículo 103° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, declara:

BACHILLER	PROMEDIO	PONDERACIÓN
VILCHEZ BLAS SIXTO JESÚS	17 (DIECISIETE)	BUENO

Siendo las doce horas del mismo día, se da por terminado el acto de sustentación, firmando los integrantes del jurado en señal de conformidad.


Dr. Serapio Agapito Quillos Ruiz
PRESIDENTE


Mg. Robert F. Guevara Chinchayan
SECRETARIO


Mg. Hector Domingo Benites Villegas
INTEGRANTE



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Sixto Vilchez Blas Juan Ipanaque
Título del ejercicio: TESIS REVISION
Título de la entrega: Influencia de capacidad disponible de secadores y planta ev...
Nombre del archivo: TESIS-IPANAQUE-Y-VILCHEZ.pdf
Tamaño del archivo: 2.89M
Total páginas: 113
Total de palabras: 18,215
Total de caracteres: 81,518
Fecha de entrega: 19-jul.-2023 04:11a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2133500836



Dedicatoria

A mi Madre:

Por el apoyo incondicional que ha tenido conmigo en todas las etapas de mi vida, por la perseverancia, paciencia y carácter que tuvo para criarme.

A mi esposa:

Por el apoyo, amor y confianza que tiene día a día.

A mi hermano y mi hijo:

Por ser los motivos que me impulsan a seguir adelante.

Juan Carlos, I.S

Dedicatoria

Quiero dedicar esta tesis a mi madre, quien siempre me apoyó en este camino académico recorrido y tiene la paciencia y amor para seguir haciéndolo en cada paso nuevo que doy.

A mis abuelitos que ya no se encuentran en este mundo, pero me dejaron sus enseñanzas y amor que atesorare toda la vida.

A mi hermana a quien siempre apoyare sea el camino que elija y estaré orgulloso de ella.

A mis familiares en general quienes siempre me dieron la mano y no dudaron de mí.

A dios por su gran bondad, y por darme la paciencia para luchar diariamente frente a los obstáculos que se me presentan.

Sixto Jesús, V.B

Agradecimientos

A nuestro asesor:

Mg. Héctor D. Benites Villegas

Por el apoyo y asesoramiento técnico y metodológico en la elaboración y desarrollo de las etapas del presente informe de tesis

Escuela Profesional de Ingeniería en Energía

A todos nuestros profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería en Energía, por el aprendizaje adquirido en estos años de permanencia en nuestra casa de estudios.

A mis compañeros y amistades de la Universidad y en general, quienes con su compañía me desarrolle en aulas.

Ipanaque & Vílchez

Índice

Resumen	XII
ABSTRACT	XIII
CAPITULO I: INTRODUCCION	01
1.1 Antecedentes	02
1.2 Formulación del problema	04
1.3 Objetivo general	04
1.4 Objetivos específicos	04
1.5 Hipótesis de la investigación	04
1.6 Justificación y limitaciones del trabajo	04
1.7 Limitaciones del trabajo	05
CAPITULO II: MARCO TEORICO	06
2.1 Procesamiento de harina de pescado	07
2.2 Principales equipos de proceso	08
2.2.1 Cocinadores	08
2.2.2 Secadores a fuego directo	09
2.2.3 Secadores a fuego directo con aire caliente	09
2.2.4 Secadores con aire caliente	10
2.2.5 Secadores a vapor rotadisco	11
2.2.6 Secadores a vapor rotatubos	11
2.3 Evaporadores	12
2.3.1 Evaporadores de película descendente	13
2.4 Primer principio de la termodinámica	14
2.5 Capacidad disponible de proceso en planta	15
2.6 Incremento de productividad	15
2.7 Evaluación económica	15
CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS	18
3.1 Materiales	19
3.2 Método de trabajo	28
3.3 Población y muestra	28
3.4 Técnicas e instrumentos	28
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES	31
4.1 Balance de materia y energía con capacidad actual de secadores	32
4.2 Balance de materia y energía con capacidad actual en secadores	36

4.3 Balance de materia y energía en planta evaporadora actual	43
4.4 Efectos de planta evaporadora de capacidad actual y parámetros térmicos de efectos.	43
4.5 Balance de materia en planta evaporadora de capacidad actual	45
4.6 Balance de materia y energía en planta	46
4.7 Efectos de planta evaporadora con capacidad proyectada de 150 Ton/h	47
4.8 Parámetros térmicos en efecto de evaporadores de capacidad 150 Ton/h	47
4.9 Balance de materia con nueva capacidad proyectada 150 Ton/h	48
4.10 Proyección de capacidad de planta evaporadora PAC-WHE	49
4.11 Sistema de alimentación de agua de mar	53
4.12 Esquema de distribución de líneas de alimentación de agua de mar.	54
4.13 Distribución proyectada de líneas de alimentación de agua de mar	55
4.14 Capacidad de exhaustor de torre de lavadora de planta evaporadora.	55
4.15 Datos de exhaustor	58
4.16 Calculo de proyección de nuevos exhaustores	58
4.17 Distribución proyectado quinto secador ADD 1986 de ductos de vahos	61
4.18 Evaluación económica	67
5. Discusiones	72
6. Conclusiones	74
7. Recomendaciones	76
8. Referencias bibliográficas	77
Anexos	79

Lista de Tablas

Tabla 1. Parámetros operativos actuales de calderas pirotubulares	33
Tabla 2. Parámetros operativos proyectados de calderas pirotubulares	33
Tabla 3. Proyección de vapor saturado ganado por incremento de FC	34
Tabla 4. Variación de flujo masico de vapor y combustible GN	34
Tabla 5. Datos de entrada de primera etapa de secado	37
Tabla 6. Datos de entrada de segunda etapa de secado	38
Tabla 7. Datos de entrada de tercera etapa de secado scrap	39
Tabla 8. Datos de entrada de tercera etapa secado –agua de cola	41
Tabla 9. Parámetros de composición de materia prima	42
Tabla 10. Parámetros de salida	42
Tabla 11. Característica de dimensión de efectos de evaporador	43
Tabla 12. Parámetro térmico y de presión de fluidos en efectos de evaporador	43
Tabla 13. Balance de materia planta evaporadora capacidad actual 130 Ton/h	44
Tabla 14. Balance de energía planta evaporadora capacidad actual 130 Ton/h	44
Tabla 15. Calor transferido y coeficientes globales	44
Tabla 16. Parámetros de composición de materia prima 150 Ton/h	45
Tabla 17. Parámetros de salida con capacidad de 150 Ton/h	45
Tabla 18. Dimensionamiento de efecto de evaporador 150 Ton/h	46
Tabla 19. Parámetro térmico y de presión en efecto evaporador de 150 Ton/h	46
Tabla 20. Balance de materia en planta evaporadora	47
Tabla 21. Balance de energía en planta evaporadora	47
Tabla 22. Calor transferido y coeficientes globales	47
Tabla 23. Indicadores de evaporación con capacidad de 150 Ton/h	49
Tabla 24. Balance de masa en evaporadores	49
Tabla 25 Balance de materia en quinto secador proyección a 150 Ton/h	50
Tabla 26. Resumen de capacidades	51
Tabla 27. Datos de balance de masa en etapa de secado	52
Tabla 28. Datos de sistema de alimentación de agua de mar	52
Tabla 29. Parámetros de exhaustor en PAC-130 Ton/h	55
Tabla 30. Especificaciones térmicas de exhaustor actual	57
Tabla 31. Especificaciones técnicas de exhaustor nuevo	57
Tabla 32. Parámetros de diseño de exahaustor	57
Tabla 33. Parámetros de diseño de exhaustor	58
Tabla 34. Parámetros de secado con capacidad de planta de 130 Ton/h	60
Tabla 35. Parámetros de secado con capacidad de planta de 150 Ton/h	61

Tabla 36. Balance de energía en planta evaporadora con 130 Ton/h	62
Tabla 37. Balance de energía en planta evaporadora con 150 Ton/h	63
Tabla 38. Variación de humedad según capacidades de planta	64
Tabla 39. Costo de servicio de ingeniería	65
Tabla 40. Costos de equipos según su capacidad productiva	66
Tabla 41. Costos de servicio de ingeniería	67

Lista de figuras y gráficas

Fig.1. Diagrama de proceso de elaboración de harina de pescado	07
Fig.2 Cocinador indirecto 50 T0n/h	08
Fig. 3. Secador rotadisco a vapor 12 T0n/h	09
Fig.4 Secador a fuego directo de 10 T0n/h	10
Fig.5 Secador de aire caliente de harina de pescado	10
Fig.6 Secador rotadisco	11
Fig.7 Secador de vapor rotatubo	12
Fig.8 Planta evaporadora de película ascendente	12
Fig.9 Planta evaporadora de película descendente	13
Fig.10 Bombas centrífuga HC 125-250/DOTT 50HP.Efecto 1	19
Fig.11 Bomba centrífuga HC 65-250/DOTT 25 HP. Efecto 1	19
Fig. 12 Bomba centrífuga HC 100-250/DOTT 25 HP. Efecto 2	20
Fig.13 Bomba centrífuga HC 100-250/DOTT 25 HP. Efecto 3	20
Fig.14 Bombas centrífuga HC 65-250/DOTT 15 HP. Condensador	20
Fig. 15 Ducto principal de condensador barométrico	21
Fig. 16 Ducto principal de separadora del efecto 2	21
Fig.17 Ducto principal de separadora del efecto 1	21
Fig. 18 Ducto principal entrada de vahos del efecto 1	22
Fig.19 Ducto principal salida de vapor al efecto 1	22
Fig.20 Efecto vertical 1	22
Fig. 21 Efecto vertical 2	23
Fig. 22 Separador	23
Fig.23 Condensador barométrico	23
Fig.24 Ciclón de vahos de acero inoxidable	24
Fig.25 Torre lavadora de vahos	24
Fig.26 Tubería de recirculación	24
Fig.27 Tubería de recirculación	25
Fig.28 Tubería de recirculación	25

Fig.29 Tubería de recirculación	25
Fig.30 Chute de descarga de solidos de zona de muestreo	26
Fig.31 Dámper de 16 pulgadas de salida de vahos	26
Fig.32 Guarda de seguridad de piñones	26
Fig.33 Junta de Jhonson de salida de vapor	27
Fig.34 Junta Jhonson de entrada de vapor	36
Fig.35 Secador rotadisco de 3500 Kg/h	32
Fig. 36 Secador rotadiscos de 800 Kg	34
Fig.37 Secador de aire caliente de 600 Kg	35
Fig.38 Planta de agua de cola PAC-Nº03-WHE	37
Fig.39 Proyección de instalación de secadores rotadiscos ADD 1986	48
Fig.40 Instalación de sistema de bombas de alimentación de agua de mar	50
Fig.41 Equipos proyectados línea de alimentación de agua de mar	51
Fig.42 Equipos proyectado de línea de alimentación de agua de mar	53
Fig.43 Exhaustor y ciclón propio de planta evaporadora	56

Gráficas

Gráfica 1. Capacidad actual de generación de vapor	34
Gráfica 2. Producción de vapor actual	35
Gráfica 3. Factor de carga actual	35
Gráfica 4. Producción de vapor actual	
Gráfica 5. Producción de vapor saturado proyectado	35
Gráfica 6. Primera etapa de secado con capacidad de planta de 130 Ton/h	38
Gráfica 7. Segunda etapa de secado con capacidad de planta de 130 Ton/h	39
Gráfica 8. Tercera etapa de secado con capacidad de planta de 130 Ton/h	50
Gráfica 9. Distribución porcentual de proceso de evaporación	61
Gráfica 10. Parámetros de evaporación con capacidad de 150 Ton/h	62
Gráfica 11. Secado de Scrap y obtención de harina con capacidad de 130 Ton/h	63
Gráfica 12. Humedad del Scrap y obtención de harina con capacidad de 150 Ton/h	63
Gráfica 13. Secado de Scrap y obtención de harina con capacidad de 150 Ton/h	63
Gráfica 14. Humedad de Scrap proceso de secado por etapas capacidad de 150 Ton/h	64
Gráfica 15. Parámetro de flujo de transferencia de calor y coeficientes globales en efectos de planta evaporadora capacidad 150 Ton/h	64
Gráfica 16. Tasa de evaporación en función de capacidad de planta	65

Resumen

El proyecto de investigación se plantea como objetivo la determinación de la capacidad disponible de secadores y planta evaporadora para el incremento productivo de harina de pescado en la empresa pesquera Hayduk localizada en Coishco.

La metodología de estudio consistió en el empleo de la primera ley de la termodinámica asociado al balance de materia y energía , cuyos resultados indican que el incremento de capacidad de materia prima desde 130 Ton/h hasta 150 Ton/h permite incrementar la producción final de harina de pescado en 4,4410 Kg/h obteniéndose una producción mensual de harina de 2 469,6 Ton/mes cuyo costo en el mercado internacional equivale a 4´445 280 USD, obteniéndose un Costo /Beneficio de 6,83 haciendo viable el proyecto.

Palabras clave: capacidad disponible, secadores, planta evaporadora, empresa pesquera

Abstract

The objective of the research project was to determine the available capacity of dryers and evaporator plant for the productive increase of fishmeal in the flour plant of the Hayduk company in Coishco.

The study methodology consisted in the use of the first law of thermodynamics associated with the material and energy balance, whose results indicate that the increase in raw material capacity from 130 Ton/h to 150 Ton/h allows to increase the final production of fishmeal in 4,4410 Kg/h, obtaining a monthly production of 2 469,6 Ton/month whose cost in the international market is equivalent to 4"445 280 USD, obtaining a Cost/Benefit of 6,83 making the project viable

Keywords: available capacity, dryers, evaporator plant, fishing company

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Álvarez, J; Suyón, E (2011), Ampliación de la capacidad de producción de la empresa don Fernando S.A.C de 4,8 a 5,2 Ton/h de harina de residuos a partir de la instalación de una planta evaporadora de agua de cola”, y tuvo como objetivo demostrar la factibilidad técnica y económica de la ampliación de la planta evaporadora para aumentar la capacidad de producción. El método empleado consistió en la aplicación del balance energético y de masa mediante la primera ley de la Termodinámica y metodología de cálculo propio de la técnica en procesos de dimensionamiento de equipos de una planta pesquera, además se aplicó el método deductivo, considerando la información de producción, estudios y cálculos del agua de cola que se desechaba como fluido residual, se realizaron mediciones de las variables físicos con instrumentación de planta para medir temperatura, presión, caudal , así como la información de control de calidad. A través de los balances .de materia y energía, se concluye que mediante la implementación de la propuesta técnica se consigue incrementar 0,4 Ton/h, elevándose la capacidad productiva desde 4,8 Ton/h hasta 5,2 Ton/h con la misma materia prima inicial ingresante en planta.

Chávez, M; Cuzcano, M (2011) “Aumento de capacidad de producción de la planta pesquera Ribaud S.A mediante la transformación de un enfriador de Scrap de pescado a un secador de aire caliente, tuvo como objetivo incrementar la capacidad productiva mediante la conversión tecnológica de secador , la investigación es de tipo fundamental y experimental, con información de campo, estadísticas de producción e bibliografía especializada, que tiene como objetivo el incremento de la capacidad productiva de planta, para ello se adecuo tecnológicamente un enfriador de Scrap en un secador de aire caliente para una capacidad de planta de 45 000 kg/h. en la empresa RIBAUDO S.A. La población en estudio estuvo dentro de las instalaciones de fabricación de harina de pescado. Para la recolección de la información se empleó reportes de operación de equipos de las diversas áreas del proceso productivo y las fichas técnicas de máquinas. Para el procesamiento de la información se aplicó hojas electrónicas del Microsoft Excel versión 2007, los resultados obtenidos a partir de los balance de materia y energía de los procesos productivos de planta, con el flujo de 45 000 kg/h, obteniéndose 10 050 Kg/h de harina y 1 337 kg/h de aceite de pescado, empleándose en dicho proceso 12 646,407 Kg vapor/h. Se realizó el balance de materia y energía del proyecto, para un flujo de 50 Ton/h, obteniéndose 11 512 Kg/h

de harina y 1573,58 Kg/h de aceite de pescado, incrementando 1 462 Kg/h de harina empleándose en este incremento 1 700 Kg/h de vapor saturado.

Como se observa el autor destaca que el cambio tecnológico permite el incremento de capacidad de la planta al transformar el equipo enfriador de Scrap de mix de proceso en un secador de aire caliente.

Gómez, V (2013) "Influencia de la capacidad de evaporación en el dimensionamiento de un secador a vapor rotadiscos", tuvo como objetivo evaluar la capacidad evaporativa en el diseño de un secador a vapor del tipo rotadisco; Materiales y Métodos. La investigación es de tipo aplicada, cuantitativa, cuenta con dos fases definidas: la de campo y de gabinete. El método y diseño de investigación son descriptivos; donde la población estuvo conformada por la planta de harina de pescado de la empresa CANTARANA S.A.C., (Ex 1313), mientras que la muestra fue la planta de harina de pescado ubicada en la ciudad de Chimbote. Resultados. Realizando un comparativo entre diversos valores propuestos de secadores Rotadiscos en función a una capacidad de evaporación de 3 500 kg/h de agua evaporada , se tienen las siguientes características principales: Numero de discos 67, distancia entre discos de 0,13 metros , longitud de secador de 9,511 metros y un diámetro de secador de 1,99 metros con una relación de L/D igual a 4,9, alcanzando un valor de velocidad de 10,9 rpm, con un valor de la transferencia de calor real igual a 388,27 m², este último valor es cercano al valor previsto de 385 m², con un margen de error de 0,97 %. Conclusión. Se realizó un balance de materia en la Planta de 120 Ton/h de capacidad.

A su vez el autor resalta las dimensiones mecánicas y sus especificaciones técnicas de diseño la cual influye en los cálculos energéticos y balance de masa destacando un margen de error de 0,97% al someter a estudio la capacidad de producción de la planta.

1.2 Formulación del problema

¿Cómo influye la capacidad actual disponible de secadores y planta evaporadora para incrementar la productividad de harina de pescado en la Empresa Pesquera Hayduk-Coishco?

1.3 Objetivo general

Evaluar la influencia de capacidad disponible de secadores y planta evaporadora para incremento productivo de harina de pescado en la Empresa Pesquera Hayduk-Coishco.

1.4 Objetivos específicos

- Determinar los indicadores del balance de energía y materia aplicado a la capacidad de proceso actual.
- Calcular la carga de secado y evaporación con capacidad actual y proyectada.
- Evaluar la implementación de tecnología de secador rotatubos y planta evaporadora.
- Proyectar indicadores energéticos y de productividad con la nueva capacidad productiva.

1.5 Hipótesis

El sistema de secado y la planta evaporadora actual requiere un 30% de capacidad adicional cada una para incrementar la capacidad productiva de harina de pescado en 15%.

1.6 Justificación y limitaciones del trabajo

1.6.1 Justificación

La investigación se justifica desde los aspectos técnicos, económicos y ambiental. Técnico: Permitirá evaluar la posibilidad de incrementar la capacidad de producción de la planta de harina de pescado de 130 Ton/h hasta 150 Ton/h considerando el escenario actual de disponibilidad de recursos de vapor y las propias capacidades de los equipos de planta , específicamente los 4 secadores y las planta evaporadoras, si el escenario actual no es factible , entonces se propondrá el incremento de capacidad de secado mediante la adición de una etapa adicional de secado el cual deberá de

justificar mediante balance de materia y energía a su vez se debe incrementar la capacidad de evaporación evaluando la posibilidad de trasladar una nueva Planta evaporadora ubicada en el puerto de Ilo, sin embargo estos escenarios corresponden al estudio técnico que involucra un estudio detallado de ingeniería que dará a conocer los escenarios.

Económico: La justificación económica se determina mediante indicadores de rentabilidad básica valorado en el VAN y la TIR asimismo considerando el aporte de la producción considerando que el incremento proyectado en la línea productiva es de 20 Ton/h adicionales que significa un importante ingreso económico que resulta de las ventas.

Ambiental: Se justifica ambientalmente porque se estará optimizando los procesos térmicos incrementando las capacidades de servicio de los equipos asimismo los efectos que producen el proceso de secado y evaporado tiene impacto mínimo sobre el medio ambiente ya que se usa como fuente energética el vapor saturado y el impacto térmico es relativamente bajo debido a que los equipos como secadores y Planta evaporadora operan a bajas presiones y temperaturas.

1.7 Limitaciones del trabajo

Las limitaciones de la presente investigación tenemos las siguientes:

La investigación tiene un alcance de propuesta de investigación de ingeniería basado en el análisis de la capacidad térmica de secadores y planta evaporadora para estimar la capacidad de ampliación de producción de harina de pescado de 130 Ton/h hasta 150 Ton/h.

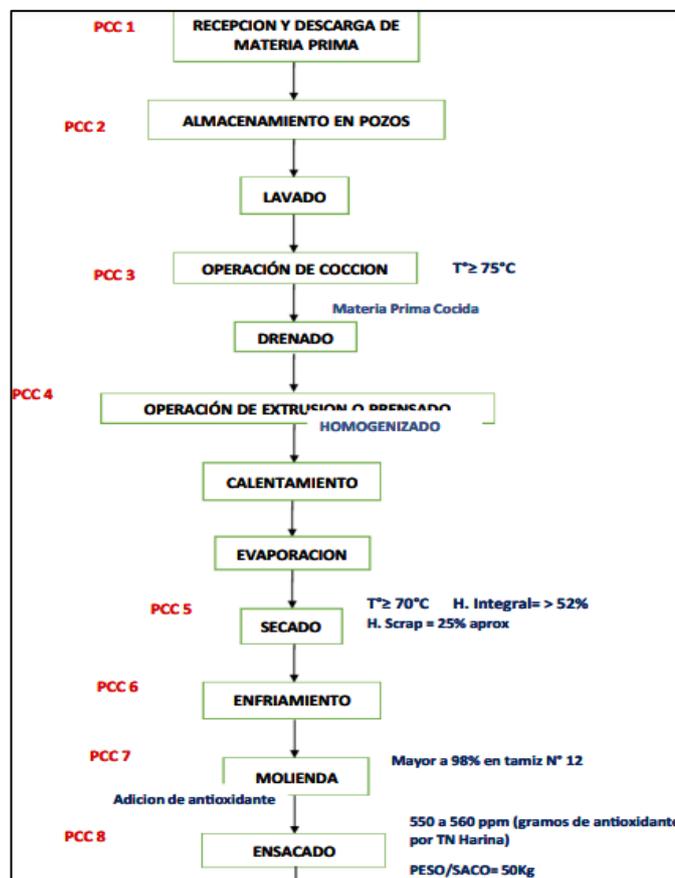
No se incrementa la capacidad de generación de vapor saturado, pues se considera que las calderas tienen suficiente cobertura para la nueva demanda de vapor, aun así, se considere el incremento de etapa de secado y la nueva capacidad de la planta evaporadora.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Procesamiento de harina de pescado

El proceso standard para la producción de harina de pescado se inicia midiendo los parámetros de calidad de la materia prima pescado antes de su ingreso a las cocinas con la finalidad de coagular proteínas, liberándose el agua y la grasa contenida intramuscularmente, los cuales se separan mecánicamente de la materia prima a través del proceso de prensado, produciéndose una fase sólida (keke de prensa) y una fase líquida (licor de prensa) la cual contiene agua, grasa y proteínas disueltas y en suspensión. El licor de prensa fluye a través de los decantadores, extrayéndose sólidos, estos últimos regresan a la torta de prensa, luego circulan a través centrifugas. El agua de proceso contiene un gran porcentaje de proteínas y pasa a los evaporadores, formándose el concentrado. Este material seco es pasado por el molino y almacenado en bolsas o a granel. El aceite es también purificado y almacenado en tanques. (Sandoval, 2017).

Figura 1. Diagrama de proceso de elaboración de harina de pescado



Nota: Elaboración propia

2.2 Principales equipos de proceso

2.2.1 Cocinador rotativo

La materia prima almacenada en pozas se suministra a través de transportadores helicoidales y transportadores de paletas ingresando a los cocinadores. La anchoveta pasa un proceso de cocción con vapor saturado. Con el fin de detener la actividad microbiológica y enzimática responsable de la descomposición del pescado, coagula las proteínas permitiendo la separación del aceite y los residuos viscosos. Una cocina indirecta consiste principalmente en un cilindro con chaqueta con vapor saturado a baja presión, a una temperatura de operación entre 90 a 95C°, a través del cual la materia prima es accionada por un transportador de tornillo. El trabajo de cocinado es continuo, con un tiempo de residencia entre 10 a 15 minutos según la calidad de la materia prima (frescura, tamaño, etc.) y su contextura (en casos de estar destrozado requiere mayor flujo de vapor). En algunos casos, los cocinadores son mixtos, en el cual se inyecta una fracción de 40 kg de vapor por tonelada de materia prima procesada. La operación de cocinado es un punto crítico, de tal forma que un exceso de cocción provoca una materia prima difícil de prensar o caso contrario no se obtiene un adecuado licor de prensa. (Sandoval, 2017).

Figura 2. Cocinador indirecto de 50 Ton/h.



Nota: Extraído de página web. <http://www.ecromsa.com.pe/servicios/diseno.php>

2.2.2 Secadores a fuego directo

Conforman la primera generación de equipos de secado empleados en la industria de Harina de Pescado. En este caso el insumo energético transfiere flujo de calor de forma directa y en flujo paralelo al mix a secar, el mix es una mezcla de materia prima procesada con una humedad promedio de 50%. El agente energético es los gases de la combustión de la reacción producida entre el petróleo industrial residual 500 y aire de la combustión a temperatura ambiental. En este proceso se obtiene Harina de Pescado del tipo FAQ con un indicador energético de 55 Galones de Petróleo R500 /tonelada de harina de pescado producida. Presenta desventajas sobre la calidad final del producto, debido al color y presencia de cenizas y además la mezcla de vapor del proceso de evaporación y gases de la combustión son emitidos hacia la atmosfera generando un alto índice de contaminación. (Ponte & Mamani, 2009)

Figura 3. *Secador a fuego directo de 10Tn/h*



Nota: Extraído de página web. <https://www.ifm.com.pe/secadores.html>

2.2.3 Secadores a fuego directo con aire caliente

Conforman la primera generación de secadores, los cuales se diferencian del primero debido a que el aire de la combustión y el de dilución son precalentados en la cámara de fuego antes de generarse la combustión, con lo cual se permite un ahorro de combustible. La temperatura del aire precalentado alcanza en muchos casos 200-250°C. Se obtiene una harina de pescado del tipo FAQ. El Indicador energético para este tipo de planta es de 48 Galones de Petróleo R500/tonelada de harina de pescado producida. (Ponte & Mamani, 2009).

Figura 4. Secador rotatubo a vapor de 12 Ton/h



Nota: Extraído de: <https://www.enercom.cl/#!/es/equipos>

2.2.4 Secadores con aire caliente

Pertenece a la segunda generación de secadores. Se caracteriza porque se reemplaza la cámara estática del secador de fuego directo por un radiador de aire caliente. Se cuenta con un calentador de aire indirecto con aceite térmico precalentado, este último cede su calor sensible al aire, el cual alcanza temperaturas cercanas a 150° a 180°, en este caso el aceite térmico es precalentado por un caldero de aceite térmico a través de un combustible (similar a un caldero de vapor, el cual genera gases de la combustión que son emitidos a la atmosfera). Se produce una harina del tipo prime, con un Indicador energético de 40 Galones de Petróleo Residual 500/ tonelada de harina producida. (Díaz & Nuñuvero, 2012)

Figura 5. Secador de aire caliente de harina de pescado.



Nota: Extraído de página web de empresa Segemind (2020).

2.2.5 Secadores a vapor rotadiscos

Conforma la tercera generación de secadores empleados en las fábricas de harina de pescado, son del tipo indirecto y de flujo en contracorriente. El mecanismo de secado se realiza por medio de vapor saturado a baja presión (4 bar) el cual fluye dentro un eje hueco y una chaqueta de vapor saturado. El eje contiene un conjunto de discos el cual tiene un mecanismo que permite el avance de la sustancia a deshidratar. Es importante la presión de vacío al final del secador para generar la evaporación una presión inferior de 1 bar. Se obtiene una calidad de harina de pescado del prime y super prime, y un Indicador Energético de 38 Galones de Petróleo R500 /Tonelada de harina producida. (Díaz & Nuñuvero, 2012)

Figura 6. Secador rotadisco



Nota: Extraído de página web de empresa Segemind SAC (2020)

2.2.6 Secadores a vapor rotatubos

Representa una variante de los secadores rotadiscos, diferenciándose por estar conformados por un banco de tubos por donde fluye el vapor saturado, a través de un proceso paralelo e indirecto. El principal inconveniente de los secadores es el mantenimiento y la limpieza interna que debe realizarse dentro del secador sobre la parte externa del banco de tubos. Se obtiene harina de pescado del tipo prime y súper prime, con un Indicador Energético de 38 galones de Petróleo Residual 500/ Tonelada de harina producida. (Díaz & Nuñuvero, 2012)

Figura 7. Secador de vapor rotatubos



Nota: Extraído de página web de empresa Segemind (2020).

2.3 Evaporadores

Son equipos térmicos donde se realiza la concentración del agua de cola para ser mezclada con el queque de prensa para formar el mix que ingresara al proceso de secado. Los evaporadores pueden estar conformados por más de una etapa o efecto existiendo la tecnología de tubos inundados y la tecnología de película descendente, esta última emplea como insumo energético el flujo de calor residual del proceso de secado a vapor. En el primer efecto se emplea generalmente, vapor saturado proveniente de calderos, y en las siguientes etapas, el vapor de proceso se emplea como elemento calefactor en otra operación en contracorriente y al vacío. Este equipo consume cerca del 32 % del total de energía térmica y el 10 % de la energía eléctrica consumida en la planta. (Tarazona & Portilla, :2016).

Figura 8. *Planta evaporadora de película descendente*



Nota: Extraído de la página web de empresa Goalco S.A.C

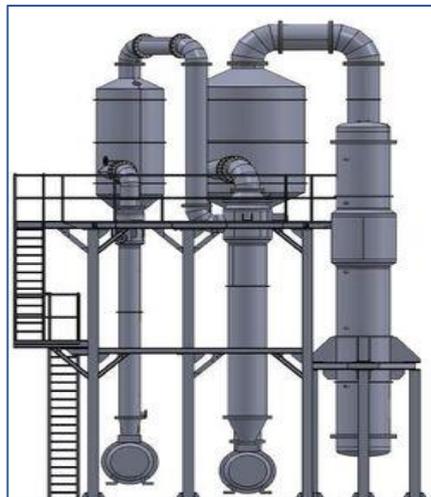
2.3.1 Evaporadores de película descendente

En estos equipos térmicos el suministro de la sustancia de trabajo se realiza por la parte superior del equipo, la cual es precalentada a la temperatura de ebullición del primer efecto, mediante calentador indirectos con vapor de proceso o con un vapor residual como es el vapor flash. Se produce una distribución homogénea del producto en el interior de los tubos en la parte superior del evaporador, generando una película descendente de similares características en la totalidad del banco de tubos. Dentro de los tubos se produce la evaporación parcial, y el producto que está siendo concentrado, permanece en contacto directo con el vapor que se genera. Tiempos de residencia entre 15-20 minutos y opera a presiones de vacío. (Tarazona & Portilla, :2016).

Ecuación para cálculo de flujo másico de agua de mar

$$\dot{m} = \frac{\text{masa de vapor residual}(h_{\text{vapor}}-h_{\text{liquido}})}{C_p*(T_{\text{salida}}-T_{\text{agua de mar}})} \quad (01)$$

Figura 9. Planta evaporadora de película descendente



Nota: Extraído de página web empresa Machinepoint engineering (2020).

2.4 Primer principio de la termodinámica

La energía es un concepto fundamental de la termodinámica y uno de los aspectos más relevantes en el análisis energético en sistemas industriales. La primera ley de la termodinámica formula que la energía no se crea ni se destruye solo se transforma. La primera ley de la termodinámica es una consecuencia de la ley de conservación de la energía que involucra todos los cambios en la energía interna de un sistema o materia. Es una ley universal aplicada en todos los balances de energía y se aplica a todos los procesos térmicos o que involucran variación de calor sensible o latente en un análisis macro o microscópico. (Shapiro & Moran, 2005).

La energía se intercambia entre un sistema y sus alrededores de dos formas. Una es a través de la realización de trabajo mecánico por o sobre el sistema, teniendo en cuenta variables como presión, volumen y temperatura. Considerando un sistema energético donde se produce un intercambio de calor desde un estado inicial i a otro final f , en el cual se absorbe o libera una cantidad Q de calor y se realiza trabajo W por o sobre el sistema. Si se mide experimentalmente la cantidad $Q - W$ para diversos procesos que se realicen para ir desde el estado inicial al estado final, se encuentra que su valor no varía, a esta diferencia de $Q - W$ se le conoce con el nombre de variación de energía interna del sistema. Aunque por separados Q y W dependerán de su trayectoria, la variación de energía interna es independiente de la trayectoria o del proceso que se realiza para ir desde el estado inicial al estado final. Por esta razón la energía interna es considerada como una función de estado, que se mide en Joule y su símbolo es la U , la variación de energía interna es $\Delta U = U_f - U_i$, entonces se resume la primera ley de la termodinámica:

$$\Delta U = U_f - U_i = Q - W \quad (02)$$

En la ecuación anterior, el valor de Q es positivo (o negativo) si se le agrega (retira) flujo de calor al sistema y W es positivo cuando el sistema realiza trabajo y negativo cuando se realiza trabajo sobre el sistema. La forma correcta de escribir la ecuación anterior es considerando diferenciales, en este caso para valores muy pequeños de calor dQ al sistema y se realiza una cantidad de trabajo diferencial dW por o sobre el sistema, la energía interna varía en una cantidad dU . (Shapiro & Moran, 2005).

$$dU = dQ - dW \quad (03)$$

2.5 Capacidad disponible de proceso en planta

La capacidad disponible de una planta de procesamiento de harina de pescado está en función al dimensionamiento de sus equipos de proceso para procesar una determinada cantidad de materia prima por hora en función a los elementos que hacen posible esta operación , como el dimensionamiento de los equipos, la cantidad de vapor para proceso que se produce en sus calderas a vapor , entre los equipos de mayor importancia están los secadores , cocinadores y planta de tratamiento de agua de cola, los cuales consumen el vapor . En ese sentido toda posibilidad de incremento de producción de harina en una planta se evalúa considerando la cobertura disponible de generación de vapor y la capacidad de recepción de materia prima de las unidades de consumo. (Shapiro & Moran, 2005).

2.6 Incremento de productividad

El incremento de productividad es una posibilidad técnica de aumentar la producción de una planta en función de la disponibilidad de tamaño o dimensión de los equipos , el recursos térmico que sostiene los procesos de secado, cocina y evaporación, y sus márgenes de incremento dependerán de las condiciones de los factores de carga a la que se encuentran operando a fin de realizar un análisis mediante balance de masa y energía a fin de tomar decisiones sobre su incremento de factor de carga o ampliación de equipo al proceso en la etapa específica de secado, cocina o evaporación.

2.7 Evaluación económica del proyecto

Valor Actual Neto (VAN): consiste en la actualización de los flujos de caja (ingresos y egresos) de un proyecto o inversión. Para ello trae todos los flujos de caja al momento presente descontándolos a un tipo de interés determinado. El VAN expresa una medida de la factibilidad económica de un proyecto según horizonte de tiempo de análisis a una determinada tasa de interés de mercado. Es un método que se emplea en la valoración de distintas opciones de inversión. Este método también se conoce como Valor neto actual (VNA), valor actualizado neto o valor presente neto (VPN). Para simplificar vamos a llamarlo simplemente VAN. (Cruz, 2015).

El VAN permite concluir en dos tipos de decisiones: en primer lugar, ver si las inversiones son realizables y en segundo lugar, permite comparar inversiones de un mismo proyecto. Los criterios de decisión son los siguientes:

VAN > 0 : el valor actualizado de los flujos de caja futuros de la inversión, a la tasa de interés del mercado. Un valor positivo es sinónimo de rentabilidad.

VAN = 0: el proyecto no genera ni beneficios ni pérdidas, siendo su ejecución, en principio, indiferente a su realización.

VAN < 0: el proyecto de inversión generará pérdidas, por lo cual se debe rechazar. (Cruz, 2015)

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FC}{(1+i)^t} - I \quad (04)$$

Dónde:

- Los Flujos de Caja (FC): Corresponden a los flujos de caja futuro generalmente en periodos de tiempo anual.
- La Inversión Inicial (I): Corresponde al desembolso que la organización hará en el instante de realizar la inversión.
- La tasa de descuento: Es la tasa de retorno requerida sobre una inversión. La tasa de descuento refleja la oportunidad perdida de gastar o invertir en el tiempo actual conociéndole también como tasa de oportunidad.
- Numero de periodos de duración del proyecto.

Para la determinación del flujo de caja se tiene la siguiente ecuación:

$$FC = A_t - CO_t \quad (05)$$

Donde:

A_t : Ingresos, ahorro o ganancia obtenida en cada periodo de tiempo, para cada año.

CO_t : Egresos por costos de operación y mantenimiento anual.

Tasa Interna de Retorno (TIR) : La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que presenta una inversión para los flujos de caja del proyecto. Es una medida empleada en el análisis de proyectos de inversión que está muy relacionada con el Valor Actualizado Neto (VAN).

También se define como el valor de la tasa de descuento que, para un proyecto de inversión dado, hace que el VAN sea igual a 0. (Sevilla,2015)

El criterio de selección será el siguiente donde “k” es la tasa de descuento de flujos elegida para el cálculo del VAN:

Si $TIR > k$, el proyecto de inversión será aceptado. En este caso, la tasa de rendimiento interno que obtenemos es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.

Si $TIR = k$, estaríamos en una situación similar a la que se producía cuando el VAN era igual a cero. En esta situación, la inversión podrá llevarse a cabo si mejora la posición competitiva de la empresa y no hay alternativas más favorables.

Si $TIR < k$ el proyecto debe rechazarse. No se alcanza la rentabilidad mínima que le pedimos a la inversión. (Sevilla, 2015).

Matemáticamente se evalúa a través de la siguiente ecuación:

$$0 = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC}{(1+i)^t} \quad (06)$$

CAPÍTULO III

MATERIAL Y MÉTODO

3.1 Materiales

Los materiales están integrados por equipos de proceso propio de la planta de harina de pescado.

Planta evaporadora

Bomba centrífuga HC125-250/DOTT 50HP: Efecto 1



Figura 10. Bomba centrífuga HC125-250/DOTT 50HP: Efecto 1

Fuente: Área de mantenimiento Hayduk.

Bomba de línea de concentrado



Figura 11. Bomba centrífuga HC 65-250/DOTT 25 HP: Efecto 1

Bomba de línea de segundo efecto



Figura 12. Bomba centrífuga HC100-250/DOTT 25 HP: Efecto 2

Bomba de línea de segundo efecto 3



Figura 13. Bomba centrífuga HC100-250/DOTT 25 HP: Efecto 3

Bomba de línea de condensados



Figura 14. Bomba centrífuga HC 65-250/DOTT 15 HP: condensados

Ducto principal Diam. 1.0 mx6.5m (altura al eje).

Condensador barométrico



Figura 15: Ducto principal de condensador barométrico

Ducto principal Diam.1.12mx5.2m (Altura al eje)

Separador de efecto 2



Figura 16: Ducto principal del separador de efecto 2

Ducto principal diam.1.0mx5.56m (Altura al eje)

Separador del efecto 1



Figura 17: Ducto principal del separador de efecto 1

Ducto principal diam.0.9mx4.53m (Altura al eje)

Entrada de vahos al efecto 1



Figura 18: Ducto principal entrada de vahos al efecto 1

Ducto principal DIAM.0.5mx2.4m (Altura al eje)

Salida de vahos a efecto 1



Figura 19: Ducto principal salida de vahos al efecto 1

Efecto vertical DIAM.1.9mx13.5m



Figura 20: Efecto vertical 1

Efecto vertical DIAM.2.2mx13.7m



Figura 21: Efecto vertical 2

Separador DIAM.2.2mx2m



Figura 22: separador

Condensador barométrico DIAM. 1.9mx4.8m



Figura 23: Condensador barométrico

Ciclón de vahos



Figura 24: Ciclón de vahos de acero inoxidable

Torre lavadora de vahos



Figura 25: Torre lavadora de vahos

Tubería de recirculación de 8"x1000 mm+Brida STD



Figura 26: Tubería de recirculación

Tubería de recirculación 8''x1000mm+Brida STD



Figura 27: Torre lavadora de vahos

Tubería de recirculación 6''x13000mm+Brida STD



Figura 28: Tubería de recirculación 1

Tubería de recirculación de 6''x1000 mm+Brida STD



Figura 29: Tubería de recirculación

Componente del secador ATLAS FIMA

Chute de descarga de solidos compuerta y segundo punto de muestreo

Zona de muestreo



Figura 30: Chute de descarga de sólidos de zona de muestreo

Dámper 16''



Figura 31: Dámper de 16'' de salida de vahos

Guarda de seguridad



Figura 32: Guarda de seguridad de piñones



Figura 33: Junta Jhonson de salida de vapor

Junta Jhonson



Figura 34: Junta Jhonson de entrada de vapor

3.2 Métodos

Entrada A1	Proceso X	Salida A2
Variable Independiente	Estimulo	Variable dependiente
Capacidad disponible	Balance de materia y energía	Incremento de producción

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

A₁ : Capacidad disponible

X : Balance de materia y energía

A₂: Incremento de producción

3.3 Población y muestra

Población: La población está conformada por las plantas de procesamiento de harina de pescado con capacidades superiores a 100 Ton/h.

Muestra: La muestra está conformada por los equipos térmicos de la instalación de la planta de harina de pescado Hayduk –Coishco.

3.4 Técnicas e instrumentos

La observación constituye el uso sistemático de los sentidos para la captación de la realidad en estudio (Sabino, 1992; pag.148-151). Esta técnica se manifiesta en la interacción directa con el entorno en estudio, orientada específicamente a la forma como habitualmente se realiza los procesos en las áreas de producción.

Tipo de investigación

La investigación corresponde al tipo aplicada, la cual consiste en resolver problemas que se presentan en los procesos de producción, o campo de acción donde se manifiesta la interrelación de variables o los fenómenos problemáticos.

		CITA O REFERENCIA	INTERPRETACIÓN
SEGÚN EL NIVEL O ALCANCE	Correlacional	Tiene como finalidad conocer la relación o determinar el grado de asociación (no causal) que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular (Arias, 2006; Hernández-Sampieri et al, 2014).	Permite vincular la capacidad actual de la planta en función a la capacidad de los equipos de secado y evaporación.
	Explicativa	“Se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables” (Hernández-Sampieri et al, 2014, p. 95).	Como resultado del análisis permite interpretar si hay la necesidad de implementar mayor capacidad de secado y evaporación para cubrir la proyección de incremento de 20 Ton/h
SEGÚN SU DISEÑO	Pre-Experimental	Consiste en someter a un objeto o grupo de individuos a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente)” (Arias, 2006, p. 33).	Debido a que no se manipulan las características de flujo energético que proviene de calderas, se busca el mejor arreglo de configuración de equipos.
SEGÚN SU PROPOSITO	Aplicada	También denominada activa o dinámica, y se encuentra ligada a la pura ó básica, porque depende de sus descubrimientos y aportes teóricos (Tamayo, 2003).	Debido a que los resultados permitirán tomar acciones de regulación mejora y propuesta de diseño a escala y cantidad para su valoración y utilidad.

Asimismo, el tipo de investigación determina el alcance de los objetivos establecidos según el nivel de operacionalización que se realiza con las variables y sus indicadores respectivos, según como también lo describe el autor Tamayo y Tamayo, 2003.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Estudios de capacidad de planta

El estudio se orienta a determinar la capacidad actual de la planta de harina de pescado (130 Ton/h), considerando la posibilidad de hacer un incremento de capacidad en su línea de producción hasta 150 Ton/h, sabiendo que actualmente la planta opera con 04 secadores rotadisk y dos secadores rotatubos haciendo una capacidad evaporativa de 30 000 Kg/h de materia prima más un secador de aire caliente de 6000 Kg/h y dos plantas evaporadoras de agua de cola de capacidad total de 70 000 Kg/h.

El estudio determinará si en las condiciones actuales de capacidad de planta (130 Ton/h), es posible técnicamente utilizar la capacidad actual de los secadores y la planta evaporadora PAC o es necesario incrementar su capacidad considerando que se desea alcanza una producción extra de 20 Ton/h de harina de pescado para lograr los 150 Ton/h. El estudio de balance de materia y energía indicará la situación y de ser posible la necesidad de incrementar capacidad de secado y evaporación PAC.

4.1 Disposición de vapor en planta

Determinación del factor de carga promedio de las calderas

Se cuenta con 8 calderas pirotubulares las cuales se estimará la producción de vapor

$$m_v = n\% * \frac{m_c * PCI}{(h_v - h_f)}$$

Caldera 1: 800 BHP

$$m_v = 0,86 * \frac{910 \frac{m^3}{h} * 0,751 \frac{kg}{m^3} * 39\,900 \frac{kJ}{kg}}{(2763,3 - 377,42) \frac{kJ}{kg}}$$

$$m_v = 9828,88 \frac{kg}{h}$$

Cálculo de BHP_{real}

$$\text{BHP}_{\text{real}} = \frac{\text{Potencial real del caldero} \left(\frac{\text{kCal}}{\text{h}}\right)}{8437 \left(\frac{\text{kCal}}{\text{h}}\right)}$$

$$\text{BHP}_{\text{real}} = \frac{9828,88 \frac{\text{kg}}{\text{h}} (2763,3 - 377,42) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} * \frac{\text{kCal}}{4,18\text{kJ}}}{8437 \left(\frac{\text{kCal}}{\text{h}}\right)}$$

$$\text{BHP}_{\text{real}} = 664,94$$

$$F_c = \frac{\text{BHP}_{\text{Real}}}{\text{BHP}_{\text{Nominal}}}$$

$$F_c = \frac{665}{800} = 83,12\%$$

Tabla 1. Parámetros operativos actuales de calderas pirotubulares

Calderas	Pot.Nom	GN(m³/h)	PCI(Kj/Kg)	Densidad GN(kg/m³)	hg(kj/kg)	hf(kj/kg)	Eficiencia caldera	Flujo Vapor	BHP real	FC
Cal1	800	910	39 900	0,751	2 763,3	377,42	0,86	9 828,88	664,94	0,83
Cal2	800	890	39 900	0,751	2 763,3	377,42	0,87	9 724,63	657,89	0,82
Cal3	900	980	39 900	0,751	2 763,3	377,42	0,93	11 446,51	774,38	0,86
Cal4	900	878	39 900	0,751	2763,3	377,42	0,93	10 255,14	693,78	0,77
Cal5	800	910	39 900	0,751	2763,3	377,42	0,88	12 378,41	837,43	0,83
Cal6	1 200	1 100	39 900	0,751	2763,3	377,42	0,87	12 019,21	813,13	0,68
Cal7	800	864	39 900	0,751	2763,3	377,42	0,9	9 766,08	660,70	0,83
Cal8	1 200	1 190	39 900	0,751	2763,3	377,42	0,79	11 806,96	798,77	0,67

De la tabla se observa que las calderas pirotubulares 5,6 y 8 mantienen un FC con la posibilidad de incrementarse si es que fuera necesario para compensar la demanda de vapor al instalarse el quinto secador rotatubo de 3 500 kg/h de vapor.

Tabla 2. Parámetros operativos proyectados de calderas pirotubulares

Calderas	Pot.Nom	GN(m3/h)	PCI(Kj/Kg)	Densidad GN(kg/m3)	hg(kj/kg)	hf(kj/kg)	Efic.caldera	Flujo Vapor	BHP real	FC
Cal1	800	910	39 900	0,751	2 763,3	377,42	0,86	9 828,88	664,949	0,83
Cal2	800	890	39 900	0,751	2 763,3	377,42	0,87	9 724,63	657,897	0,82
Cal3	900	980	39 900	0,751	2 763,3	377,42	0,93	11 446,51	774,386	0,86
Cal4	900	878	39 900	0,751	2 763,3	377,42	0,93	10 255,14	693,787	0,77
Cal5	800	1000	39 900	0,751	2 763,3	377,42	0,86	10 800,96	730,713	0,91
Cal6	1 200	1200	39 900	0,751	2 763,3	377,42	0,87	13 111,87	887,052	0,74
Cal7	800	864	39 900	0,751	2 763,3	377,42	0,9	9 766,08	660,701	0,83
Cal8	1 200	1 280	39 900	0,751	2 763,3	377,42	0,79	12 699,92	859,183	0,72

Análisis de cobertura de FC para calderas de vapor 5,6 y 8 incrementando el consumo de GN y el Factor de carga.

Tabla 3. Proyección de vapor saturado ganado por incremento de factor de carga 5,6 y 8

Calderas	Pot. Nom	Ef. caldera actual	Fc anterior	FC Posterior	(vapor ganado) kg/h	Consumo m ³ /h GN Excedente
C5	1 200	0,88	0,7	0,91	972,08	90
C6	1 200	0,87	0,68	0,74	1 092,65	100
C8	1 200	0,79	0,67	0,72	1 587,49	160
					3 652,23	350

Al incrementarse los consumos de GN en las calderas 5,6 y 8 a 90 m³/h , 100 m³/h y 160 m³/h respectivamente , los factores de carga se incrementan a 0,91, 0,74 y 0,72 respectivamente consiguiéndose un incremento de flujo de vapor saturado de 3 652,23 Kg/h suficiente para dar cobertura al ingreso del quinto secador rotatubo, sin embargo, este cálculo es una proyección considerándose que actualmente no es necesario ejecutar maniobras en las calderas para suministrar vapor a la nueva demanda del secador rotatubo.

Tabla 4. Variación de flujo masico de vapor y combustible GN

Caldera	Δ flujo Vapor	Δm ³ GN/h
C5	972,08	90
C6	1 092,65	100
C8	1 587,49	160
	3 652,23	350

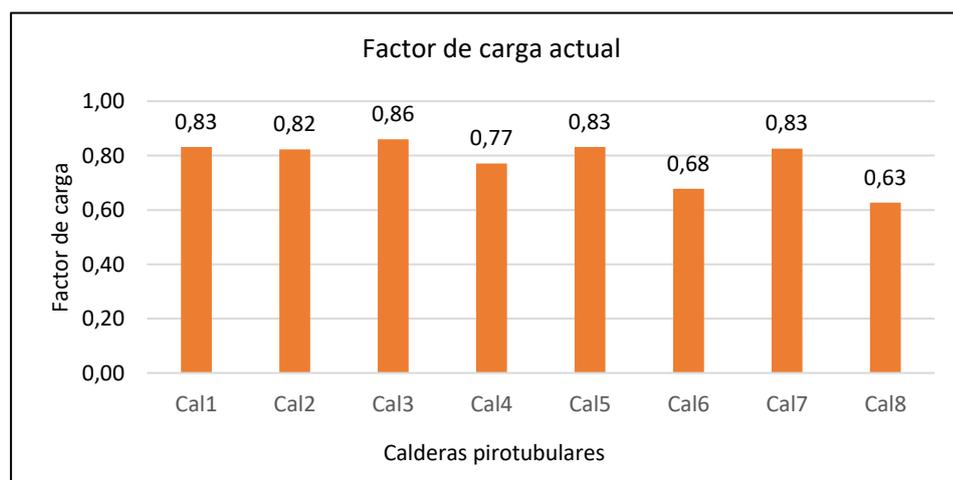


Gráfico 1. Capacidad actual de generación de vapor

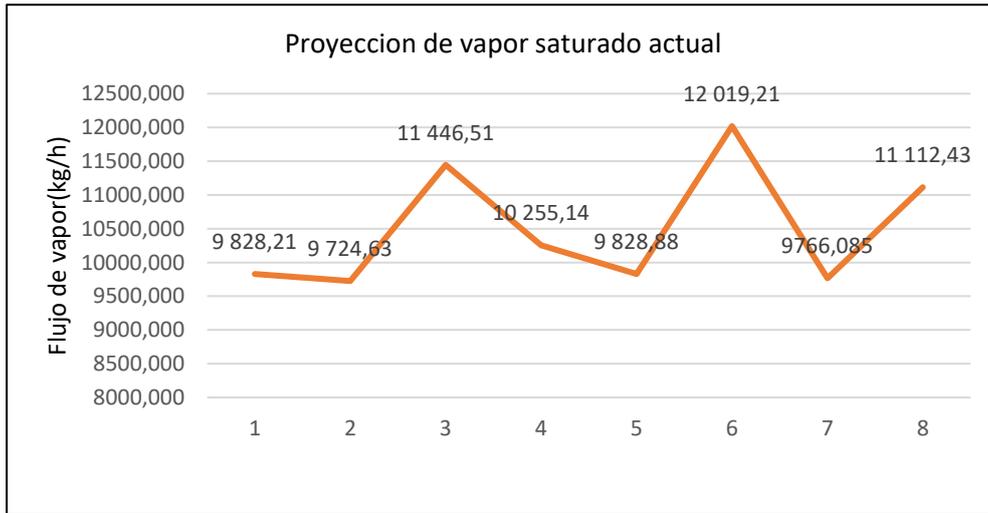


Gráfico 2. Producción de vapor actual

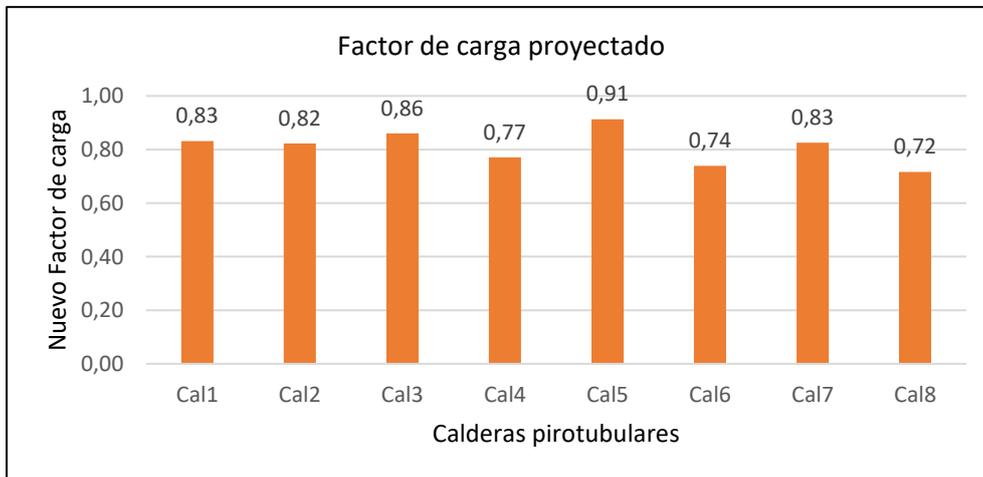


Gráfico 3. Factores de carga proyectado

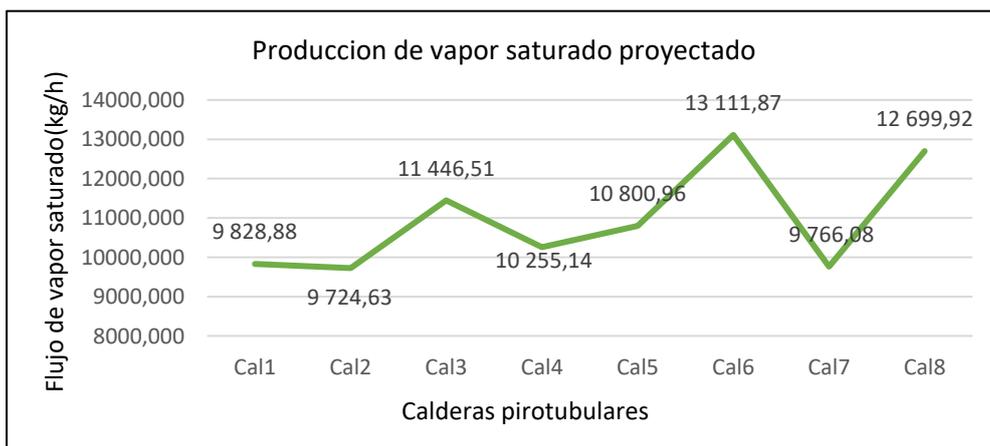


Gráfico 4. Producción de vapor saturado proyectado

4.2 Balance de materia y energía con capacidad actual en secadores

4.2.1 Primera etapa de secado

La capacidad actual de evaporación de la primera etapa de secado que está conformado por 4 unidades de secadores rotadiscos de 3 500 Kg/h tendrá la capacidad total de:



Figura 35. secador rotadisco de 3500 Kg/h

Fuente: Área de mantenimiento Hayduk.

a. Capacidad de secado disponible

$$\text{Capacidad de Secado} = \text{N}^{\circ}\text{Secadores} * \text{Capacidad de Secado de secador} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{h}} \right)$$

Se tiene 04 secadores rotadiscos con una capacidad unitaria de 3 500 Kg agua evaporada/h.

$$\text{Capacidadde secado} = 4 \text{ Secadores} * 3\,500 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Capacidad de secado} = 14\,000 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

b. Balance de materia con efecto del primer secador

Al ingresar un flujo másico de torta integral de 62,34 Ton/h este se deriva en el Scrap en un porcentaje de 54,49 Ton/h obteniéndose un primer efecto de secado de 7,850 Ton/h, que se presenta en la Tabla 1.

Tabla 5. Datos de entrada primera etapa de secado

Torta integral (Ton/h)	Scrap (Ton/h)	Agua evaporada (Ton/h)
62,34	54,49	7,85

Fuente. Elaboración propia



Gráfico 5. Primera etapa de secado con capacidad de planta de 130 Ton/h

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Segunda etapa de secado

La capacidad actual de evaporación de la segunda etapa de secado que está conformado por 2 unidades de secadores rotatubos de 8 000 Kg/h tendrá la capacidad total de:



Figura 36. secador rotatubo de 8000 Kg/h

Fuente: Área de mantenimiento Hayduk.

$$\text{Capacidad de Secado} = \text{N}^\circ\text{Secadores} * \text{Capacidad de Secado}\left(\frac{\text{Kg}}{\text{h}}\right)$$

Se tiene 02 secadores rotatubos con una capacidad unitaria de 8 000 Kg agua evaporada/h.

$$\text{Capacidad de secado} = 2 \text{ Secadores} * 8\,000 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Capacidad de secado} = 16\,000 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

4.2.3 Balance de materia en segunda etapa de secado

En la segunda etapa de secado el Scrap ingresa a 54,49 Ton/h lográndose evaporar a una tasa o flujo de 17,94 Ton/h obteniéndose el Scrap final 36,55 Ton/h, que se presenta en la Tabla 2.

Tabla 6. Datos de entrada segunda etapa de secado

Scrap Entrada (Ton/h)	Agua evaporada (Ton/h)	Scrap Final (Ton/h)
54,49	17,94	36,55

Fuente. Elaboración propia



Gráfica 6. Segunda etapa de secado con capacidad de planta de 130Ton/h

Fuente: Elaboración propia

4.2.4 Tercera etapa de secado (Secador de aire caliente)

En la tercera etapa de secado el scrap ingresa a 54,49 Ton/h lográndose evaporar a una tasa o flujo de 54,49 Ton/h obteniéndose el Scrap final 36,55 Ton/h, que se presenta en la Tabla 3.



*Figura 37. Secador de aire caliente 6000 Kg/h
Fuente: Fuente: Área de mantenimiento Hayduk.*

Tabla 7. Datos de entrada tercera etapa de secado Scrap

Scrap Entrada (Ton/h)	Agua evaporada (Ton/h)	Scrap Final (Ton/h)
36,55	3,97	32,58

Fuente. Elaboración propia



Gráfico 7. Tercera etapa de secado con capacidad de planta de 130 Ton/h
Fuente: Elaboración propia

Rendimiento de planta con capacidad de 130 Ton/h

$$\text{Rendimiento de planta} = \frac{32,58\text{Tn}}{130 \text{ Tn}} = 25\%$$

4.2.5 Capacidad proyectada de secado empleando un quinto secador

Para lograr este incremento en el balance de energía integrado en los anexos, se considera la recuperación de 2% de escamas en relación a la materia prima procesada. En la etapa de cocinado se considera el ingreso de vapor vivo de 10 Kg/ de agua/Ton de materia prima.

Se estima un flujo de 6,80 Ton/h de lodos proveniente de la separadora ambiental, que ingresa al proceso.

4.2.6 Capacidad de planta evaporadora –Planta de agua de cola

En la etapa de evaporación se tiene 02 plantas evaporadoras con capacidades de 30 000 Kg/h y 40 000 Kg/h de evaporación.

Con la capacidad actual de procesamiento de harina de pescado 130 Ton/h se procedió a realizar el balance de materia en la PAC N° 03 marca FIMA 4008 HIB, con el fin de obtener sus parámetros de proceso.



Figura 38. Planta de agua de cola- PAC N° 03 WHE, FIMA 4008 HIB.

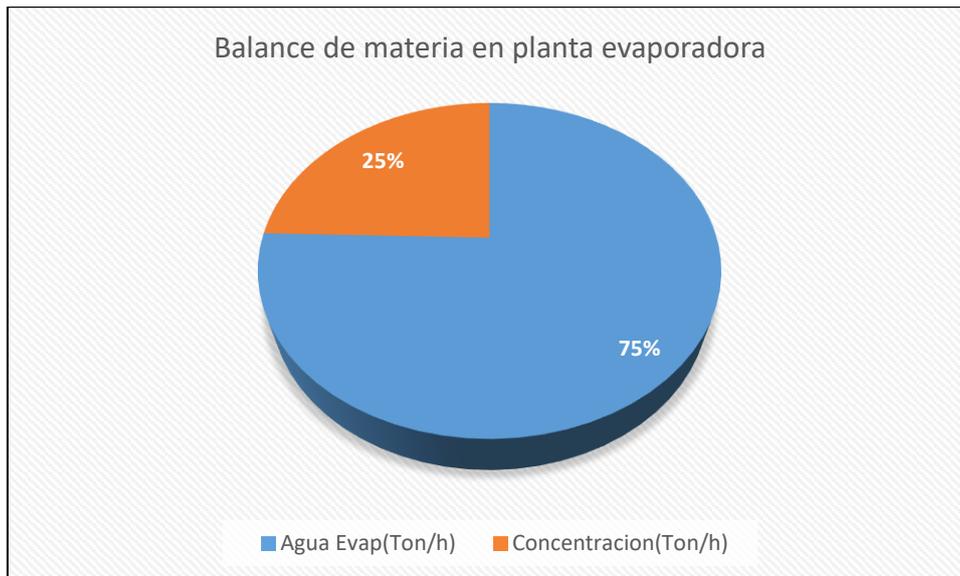
Fuente: Elaboración propia

4.2.7 Balance de materia en planta evaporadora

Tabla 8. Datos de entrada tercera etapa

Agua de cola (Ton/h)	Agua evaporada (Ton/h)	Concentrado (Ton/h)
97,07	73,24	23,84

Fuente: Elaboración propia



Gráfica 8. Distribución porcentual de proceso de evaporación.

Fuente: Elaboración propia

4.2.8. Balance de materia en primera etapa de secado

Para lograr la nueva capacidad de 150 Ton/h se requiere la adición de 01 secador rotadisk siendo necesario incrementar la capacidad total de evaporación de esta etapa hasta 17 500 Kg/h de evaporación, es decir:

$$\text{Nueva Capacidad de Secado} = 5 \text{ Secadores} * 3\,500 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Capacidad de Secado} = 17\,500 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

4.2.9 Segunda etapa se secado

Se mantiene los 02 secadores rotatubos de 8 000 Kg/h de evaporación haciendo un total de 16 000 Kg/h

$$\text{Nueva Capacidad de Secado} = 2 \text{ Secadores rotatubos} * 8\,000 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Capacidad de Secado} = 16\,000 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

4.2.10 Balance de materia en tercera etapa se secado

Se mantiene el secador de aire caliente SAC, de 6 000 Kg/h de capacidad evaporativa.

4.3 Balance de materia y energía de plantas evaporadoras actual (130 Ton/h)

Tabla 9. Parámetros de composición de materia prima

	Flujo masico(kg/h)	Porcentaje
Agua de cola	97 070	100
Sólidos	9 377	9,66
Grasas	1 835	1,89
Evaporación	73 241	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Parámetros de salida

	Flujo masico(kg/h)	Porcentaje
Equiv. M.P	149 338	32,91
Concentrado	23 840	100
Sólidos	9 377	39,32
Grasas	1 835	7,68

Fuente: Elaboración propia

4.4 Efectos de planta evaporadora y parámetros térmicos de los efectos. Para los 3 efectos se presenta la siguiente información:

Tabla 11. Características de dimensionado de efectos de evaporador

Efecto 1		Efecto 2		Efecto 3	
Nº Tubos	1 746	Nº Tubos	1 000	Nº Tubos	1 000
Dexter	40 mm	Dexter	43 mm	Dexter	43 mm
D inter	38 mm	D inter	40 mm	D inter	40 mm
Longitud	9000 mm	Longitud	9000 mm	Longitud	9000 mm
Área Ext.	1925 m ²	Área Ext.	1173 m ²	Área Ext.	1173 m ²

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Parámetro térmico y de presión de fluidos en los efectos de evaporador

Efecto 1		Efecto 2		Efecto 3	
T ent	98,0 °C	T ent	75,0°C	T ent	62,5 °C
T sal	75,0 °C	T sal	62,5°C	T sal	51,6 °C
Vacío	-17 Hg	Vacío	-25 Hg	Vacío	-27 Hg
P vacío man	-0,59 Bar	P vacío man	-0,84 Bar	P vacío man	-0,90 Bar
P vap	6,1 Psia	P vap	2,5 Psia	P vap	1,6 Psia
T vap sat	77,1 °C	T vap sat	56,8 °C	T vap sat	48,3 °C
T vap	77,1 °C	T vap	75,0°C	T vap	62,5 °C
ΔH vap	553,4 kCal/Kg	ΔH vap	565,1 Kcal/Kg	ΔH vap	569,8 kCal/Kg
ΔT	2,1 °C	ΔT	12,5 °C	ΔT	10,9 °C
ΔTeb	18,2°C	ΔTeb	14,2 °C	ΔTeb	26,5 °C
H vap	630,5 kCal/Kg	H vap	631,0 kCal/Kg	H vap	625,2 kCal/Kg

Fuente: Elaboración propia

4.5 Balance de materia en planta evaporadora de capacidad actual

Tabla 13. Balance de materia en la Planta Evaporadora capacidad actual

Nº Efecto	Entrada		Salida		
	Vapor Kg/h	Caldo Kg/h	Condensado Kg/h	Caldo Kg/h	Vapor Kg/h
1	16 709	58 993	16 709	34 070	24 923
2	24 923	79 762	24 923	58 993	20 769
3	20 769	97 070	20 769	79 762	17 308

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Balance de energía en la Planta Evaporadora capacidad actual

Nº Efecto	Entrada		Salida			
	Vapor MCal/h	Caldo MCal/h	Condensado MCal/h	Caldo MCal/h	Vapor MCal/h	Pérdidas (5%)
1	10 535	5 364	1 288	2 029	15 726	925
2	15 726	2 029	1 416	3 249	12 985	1 431
3	12 985	3 249	1 003	3 754	10 759	1 198

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Calor transferido y coeficientes globales

Calor Transferido MCal/h	$\Delta T(^{\circ}C)$	Área m^2	U $kCal/m^2h^{\circ}C$
8 322	2,1	1925	2 059
12 880	12,5	1173	878
10 784	10,9	1173	843

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de masa de agua de mar para enfriamiento

$$\dot{m} = \frac{\text{masa de vapor residual}(h_{\text{vapor}} - h_{\text{liquido}})}{C_p * (T_{\text{salida}} - T_{\text{agua de mar}})}$$

reemplazando

$$\dot{m} = \frac{17\,308 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} (621,7 - 30,0) \frac{\text{kCal}}{\text{Kg}}}{1\,000 \frac{\text{kCal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (30,0 - 19,0)^\circ\text{C}}$$

$$\dot{m} = 930\,918 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

4.6 Balance de materia y energía de plantas evaporadoras proyectada a 150 Ton/h en planta.

Tabla 16. Parámetros de composición de materia prima a 150 Ton/h

	Flujo de vapor (kg/h)	Porcentaje
Agua de cola	115 740	100 %
Sólidos	11 734	10,13%
Grasas	440	0,38%
Evaporación	85 322	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Parámetros de salida a 150 Ton/h

	Flujo de vapor kg/h	Porcentaje
Equiv. M.P	173 061	-
Concentrado	30 420	100 %
Solidos	11 734	38,55 %
Grasas	440	1,45 %

Fuente: Elaboración propia

4.7 Efectos de planta evaporadora con nueva capacidad 150 Ton/h

Tabla 18. Características de dimensionado de efectos de evaporador 150 Ton/h

Efecto 1		Efecto 2		Efecto 3	
Nº Tubos	1 746	Nº Tubos	1 000	Nº Tubos	1 000
Dexter	40 mm	Dexter	43 mm	Dexter	43 mm
D inter	38 mm	D inter	40 mm	D inter	40 mm
Longitud	9000 mm	Longitud	9000 mm	Longitud	9000 mm
Área Ext.	1925 m ²	Área Ext.	1173 m ²	Área Ext.	1173 m ²

Fuente: Elaboración propia

4.8 Parámetros térmicos en efectos de evaporador a 150 Ton/h

Tabla 19. Parámetro térmico y de presión de fluidos en los efectos de evaporador a 150 Ton/h

Efecto 1		Efecto 2		Efecto 3	
T ent	98,0 °C	T ent	75,0°C	T ent	62,5 °C
T sal	75,0 °C	T sal	62,5°C	T sal	51,6 °C
Vacío	-17 Hg	Vacío	-25 Hg	Vacío	-27 Hg
P vacío man	-0,59 Bar	P vacío man	-0,84 Bar	P vacío man	-0,90 Bar
P vap	6,1 Psia	P vap	2,5 Psia	P vap	1,6 Psia
T vap sat	77,1 °C	T vap sat	56,8 °C	T vap sat	48,3 °C
T vap	77,1 °C	T vap	75,0°C	T vap	62,5 °C
ΔH vap	553,4 kCal/Kg	ΔH vap	565,1 Kcal/Kg	ΔH vap	569,8 kCal/Kg
ΔT	2,1 °C	ΔT	12,5 °C	ΔT	10,9 °C
ΔTeb	18,2°C	ΔTeb	14,2 °C	ΔTeb	26,5 °C
H vap	630,5 kCal/Kg	H vap	631,0 kCal/Kg	H vap	625,2 kCal/Kg

Fuente: Elaboración propia

4.9 Balance de materia con nueva capacidad 150 Ton/h

Tabla 20. Balance de materia en la Planta Evaporadora

Nº Efecto	Entrada		Salida		
	Vapor Kg/h	Caldo Kg/h	Condensado Kg/h	Caldo Kg/h	Vapor Kg/h
1	19 280	72 224	19 280	43 740	28 484
2	28 484	95 960	28 484	72 224	23 736
3	23 736	115 740	23 736	95 960	19 780

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Balance de energía en la Planta Evaporadora

Nº Efecto	Entrada		Salida			
	Vapor (Mcal/h)	Caldo (Mcal/h)	Condensado Mcal/h	Caldo Mcal/h	Vapor Mcal/h	Pérdidas (5%)
1	12 156	6 598	1 486	2 692	17 973	1 067
2	17 973	2 692	1 618	4 024	14 840	1 636
3	14 840	4 024	1 146	4 547	12 296	1 369

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Calor transferido y coeficientes globales

Calor Transferido Mcal/h	ΔT (°C)	Área m ²	U kCal/m ² h°C
9 602	2,1	1925	2 372
14 720	12,5	1173	1 004
12 324	10,9	1173	964

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de masa de agua de mar para enfriamiento

$$\dot{m} = \frac{\text{masa de vapor residual}(h_{\text{vapor}} - h_{\text{liquido}})}{C_p * (T_{\text{salida}} - T_{\text{agua de mar}})}$$

reemplazando

$$\dot{m} = \frac{19\,780 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} (62,7 - 30,0) \frac{\text{kCal}}{\text{Kg}}}{1\,000 \frac{\text{kCal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (30,0 - 19,0)^\circ\text{C}}$$

$$\dot{m} = 1\,063,894 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

Rendimiento de producción de harina de pescado

$$\text{Rendimiento de planta} = \frac{36,99 \text{ Ton/h}}{150 \text{ Ton/h}} = 24,6\%$$

4.10 Proyección de capacidad de Planta Evaporadora PAC-WHE

De acuerdo al análisis proyectado se tendrán 02 plantas evaporadoras de agua de cola cuyas capacidades serán de: 40 000 Kg/h y 50 000 Kg/h de evaporación.

Este incremento de capacidad se prevé a partir de hacer una sustitución se la PAC, que se traerá de la planta de Ilo, para instalarse en la planta de Coishco, este procedimiento permite una ganancia de capacidad de operación teniendo una nueva cobertura evaporativa de 90 000 Kg/h.

Se considera una mayor concentración de sólidos de 39% a 42%, dato que entrega los operadores en planta.

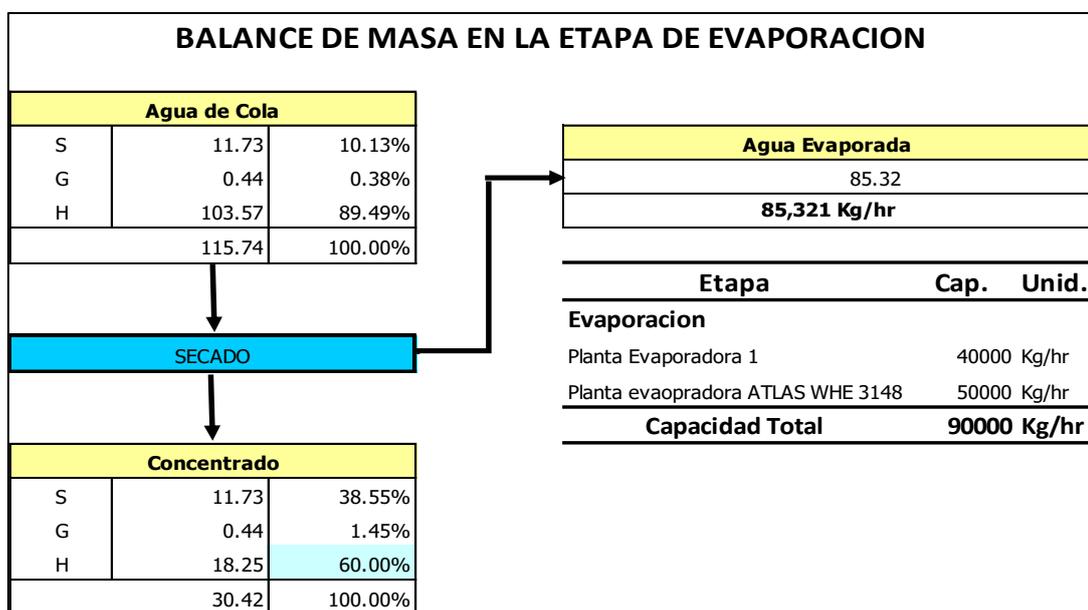
Nueva capacidad de la Planta de Agua de Cola – PAC 150 Ton/h

Tabla 23. Indicadores de evaporación con capacidad proyectada a 150 Ton/h

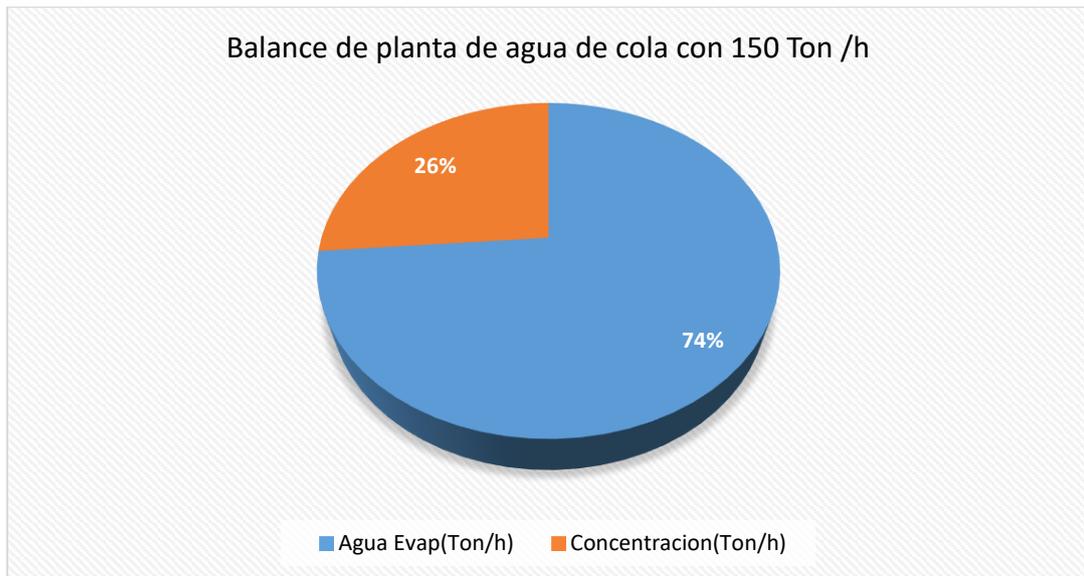
Agua de cola (Ton/h)	Agua evaporada (Ton/h)	Concentrado (Ton/h)
115,74	85,32	30,42

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Balance de masa de evaporación



Fuente: Elaboración propia

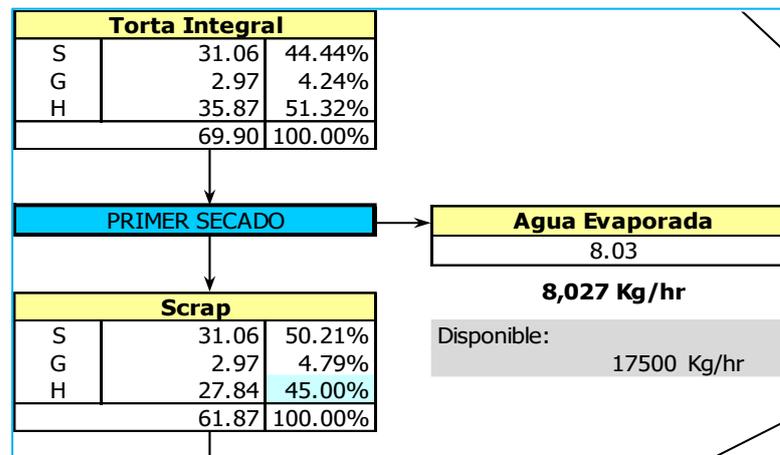


Gráfica 9. Parámetros de evaporación con capacidad proyectada.

Fuente: Elaboración propia

Considerando el quinto secador rotadiscos ADD 1986 de 3500 Kg/h de evaporación se tendrá la capacidad de evaporación de $5 \times 3\,500 \text{ Kg/h} = 17\,500 \text{ Kg}$ de evaporación/h, y de según balance se tiene 8 030 Kg/h dando como resultado $17\,500 \text{ Kg/h} - 8\,030 \text{ Kg/h} = 9\,470 \text{ Kg}$ de evaporación a favor, queda a criterio de planta reducir la humedad, para aliviar a la segunda etapa de secado.

Tabla 25. Balance de materia en quinto secador proyección capacidad 150 Ton/h



Fuente. Elaboración propia

Proyección de instalación de quinto secador rotadisk ADD 1986

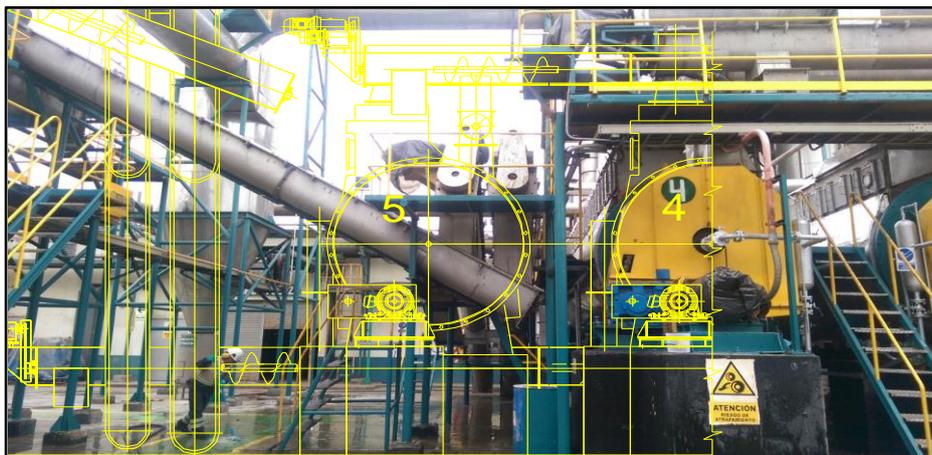


Figura 39. Proyección de instalación de secador rotadisk ADD 1986

Fuente. Elaboración propia

Para conseguir el efecto se capacidad de secado, se dispone la unión de las tres etapas, para poder analizar el requerimiento se la nueva capacidad de *evaporación*.

Considerando el quinto secador rotadiscos ADD 1 986 de 3 500 Kg/h de evaporación se tendrá la capacidad total de evaporación de 39 500 Kg de evaporación/h, como se puede

observar en el balance de masa las tres etapas de secado tendrán que asumir una capacidad de 32 909 Kg/h.

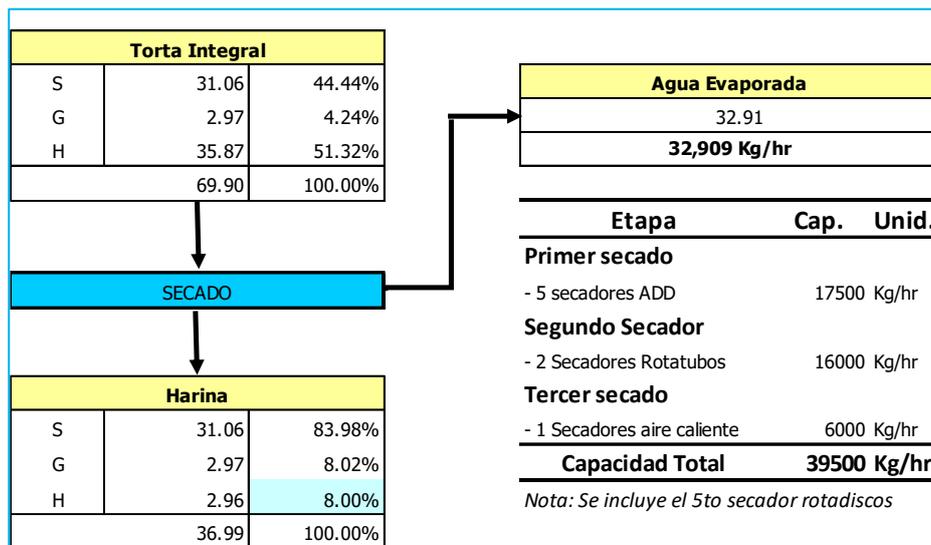
Tabla 26. Resumen de capacidades

Capacidades	Capacidad (Kg/h)
Capacidad de evaporación según balance de masa	32 909
Capacidad de evaporación proyectada	39 500
Diferencia	6 591

Fuente: Elaboración propia

Balance de masa en etapas de secados

Tabla 27. Datos de balance de masa en etapa de secado



Fuente: Elaboración propia

4.11 Sistema de alimentación de agua de mar

Se tiene en planta las capacidades de bombas que alimentan agua de mar.

Tabla 28. Datos de sistema de bombas de alimentación de agua de mar

BOMBAS AGUA MAR			
ITEM	EQUIPO	CAUDAL	RPM
BOMBA AGUA MAR TORRE LAVADORA			
1	Modelo: SA-12"x12 MYPSA	1200 M/H	1750
BOMBA AGUA MAR PLANTA AGUA COLA			
2	Modelo: SA-12"x12 MYPSA	1200 M/H	1750
BOMBA AGUA MAR CHD			
3	Modelo: SA-12"x12 MYPSA	1200M/H	1750
4	Modelo: SA-12"x10 MYPSA	800M/H	1750

Fuente: *Elaboración propia*

4.12 Esquema de distribución de líneas de alimentación de agua de mar

Se observará la distribución actual de las líneas de alimentación de agua de mar de la planta, una bomba abastece a ambas PAC y la otra bomba al lavador de gases del secador de aire caliente SAC, ver en siguiente gráfico.

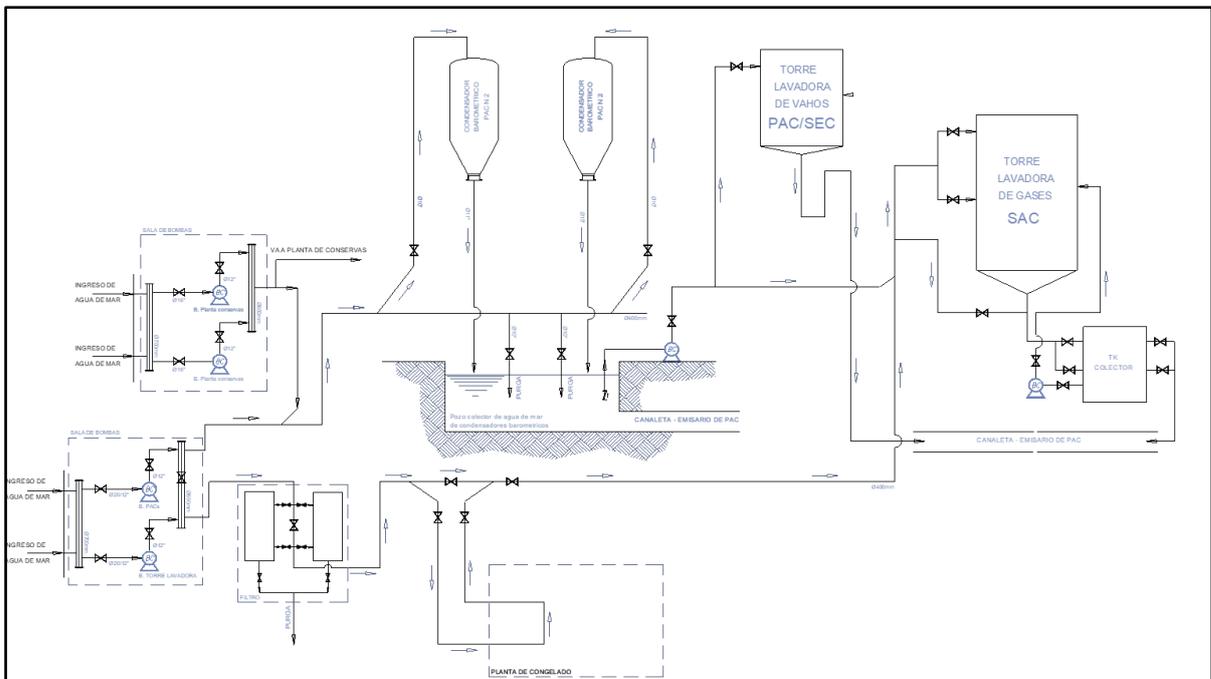


Figura 40. Esquema de distribución de sistema de bombas de alimentación de agua de mar.

Fuente: *Elaboración propia.*

De los cálculos se tiene que se requiere un flujo volumétrico de 931 m³/h de agua de mar para ambas columnas barométricas.

4.13 Distribución proyectada de líneas de alimentación de agua de mar

Se puede observar la distribución proyectada en cual cada planta evaporadora tenga líneas de alimentación de agua de mar independiente, y del pozo colector de las columnas barométricas sea enviada a la torre lavadora de gases del secador de aire caliente.

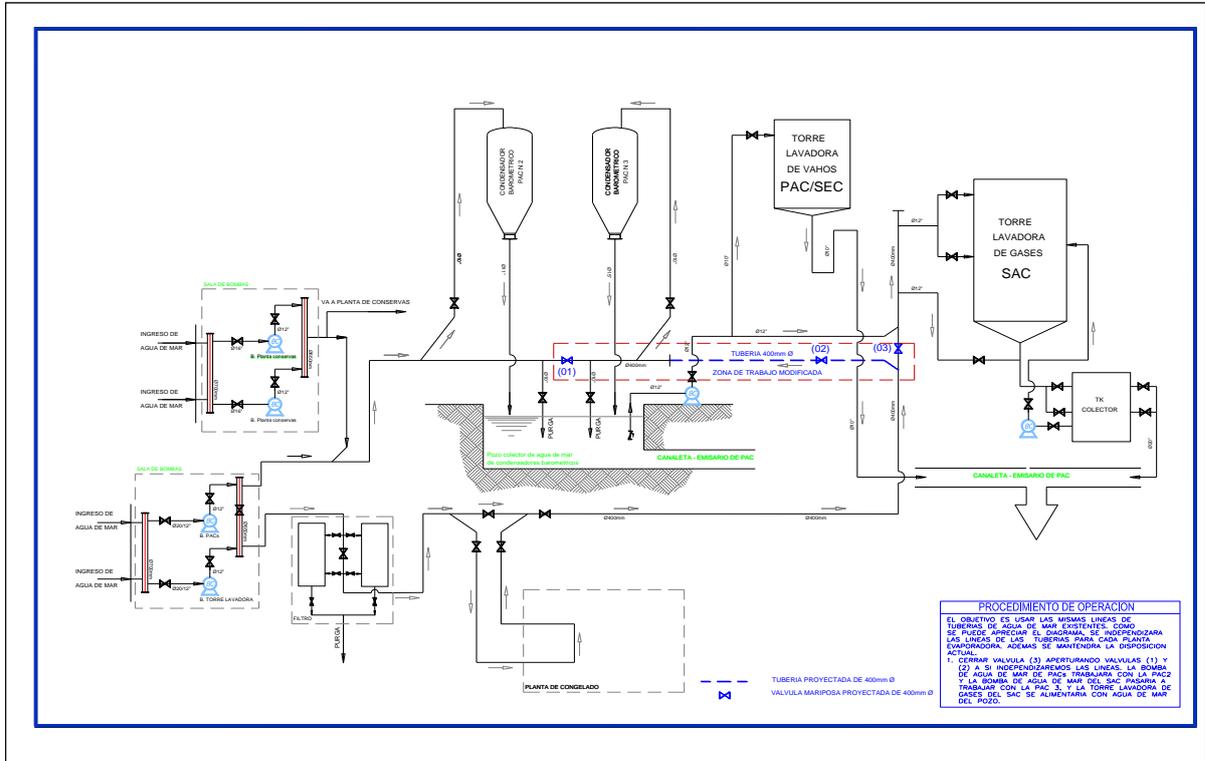


Figura 41. Distribución de equipos proyectados línea de alimentación de agua de mar.

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo a los cálculos se está utilizando un caudal de 1 064 m³/h de agua de mar para ambas columnas barométricas.

4.14 Evaluación de capacidad de exhaustor de torre lavadora de planta evaporadora

Existe un solo exhaustor de vahos para ambas plantas evaporadoras cuyas características se dan en la siguiente tabla.

Tabla 29. Parámetros de Exhaustor PAC –Capacidad actual 130 Ton/h

DATOS EXHAUSTOR PACS ACTUAL			
ITEM	DESCRIPCION	VALOR	UND.
1	HP MOTOR	75	HP
2	RPM MOTOR	1800	RPM
3	POLEA MOTOR	11.5"	Plg.
4	POLEA EXHAUSTOR	13.5"	Plg.
5	RPM GIRO EXHAUSTOR	1533	RPM
6	Ø DIAMETRO ROTO	1000	mm
7	N° ALAVES	6	Pzs
8	FAJA 5VX -1000		

Fuente: Elaboración propia

Vista de isométrico de instalación con distribución de los ductos de vahos

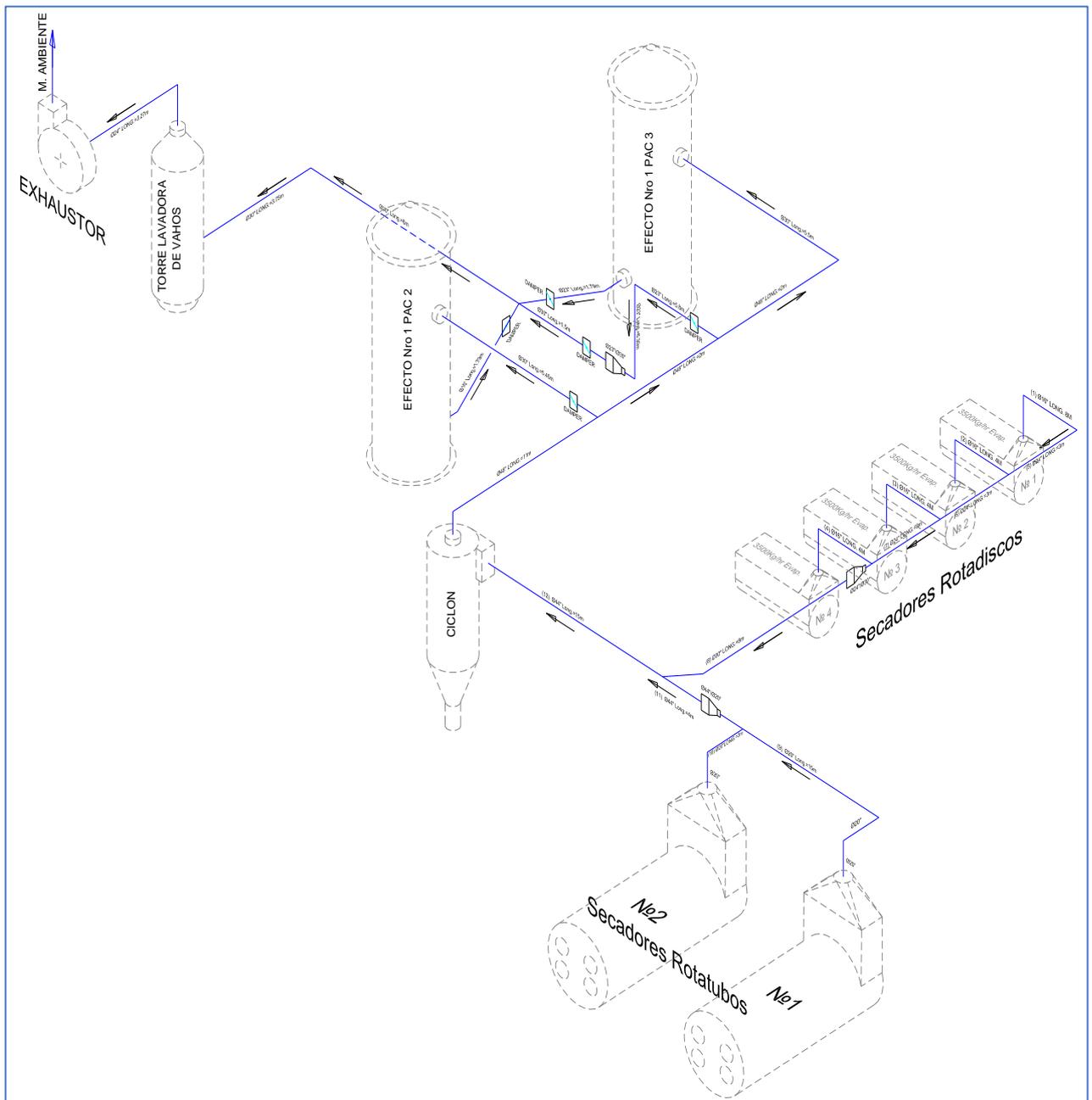


Figura 42. Distribución de equipos proyectados línea de alimentación de agua de mar.

Fuente: Elaboración propia

4.15 Datos de exhaustor

Con los datos del exhaustor actual se tiene los siguientes datos (Manual del Chicago Bulletin ICF 105 Industrial Centrifugal Fans).

Tabla 30. Especificaciones técnicas

Especificación	Parámetro
CFM	11 500
OV	400
HP al eje	611
SP	22

Fuente. Elaboración propia.

4.16 Cálculo de proyección para Nuevo Exhaustor

Tabla 31. Especificaciones técnicas

Especificación	Parámetro
CFM	15 649
OV	5400
HP al eje	84,4
SP	24
RPM	1 657

Por lo tanto, se requiere de un motor de 100 HP con 1657 rpm en el eje del exhaustor.

Evaluación proyectada del Exhaustor de las plantas evaporadoras

Tabla 32. Parámetros de diseño de exhaustor

Especificación	Parámetro
CFM	17 440
SP	26

Fuente: Elaboración propia

Especificaciones de manual de chicao Bulletin ICF 105 Industrial Centrifugal Fans.

Tabla 33. Parámetros de diseño de exhaustor

Especificación	Parámetro
RPM	1 745
OV	6 000
HP eje	108,4

Fuente: Elaboración propia

Para esta nueva capacidad se debe considerar un ventilador de mayor potencia, por lo cual al momento de realizar el montaje de la PAC que proviene del puerto de Ilo (Atlas WHE 3148), se tiene que independizar las líneas de flujo de vahos que provienen de los secadores y cada planta evaporadora tenga su propio exhaustor con su propio ciclón.

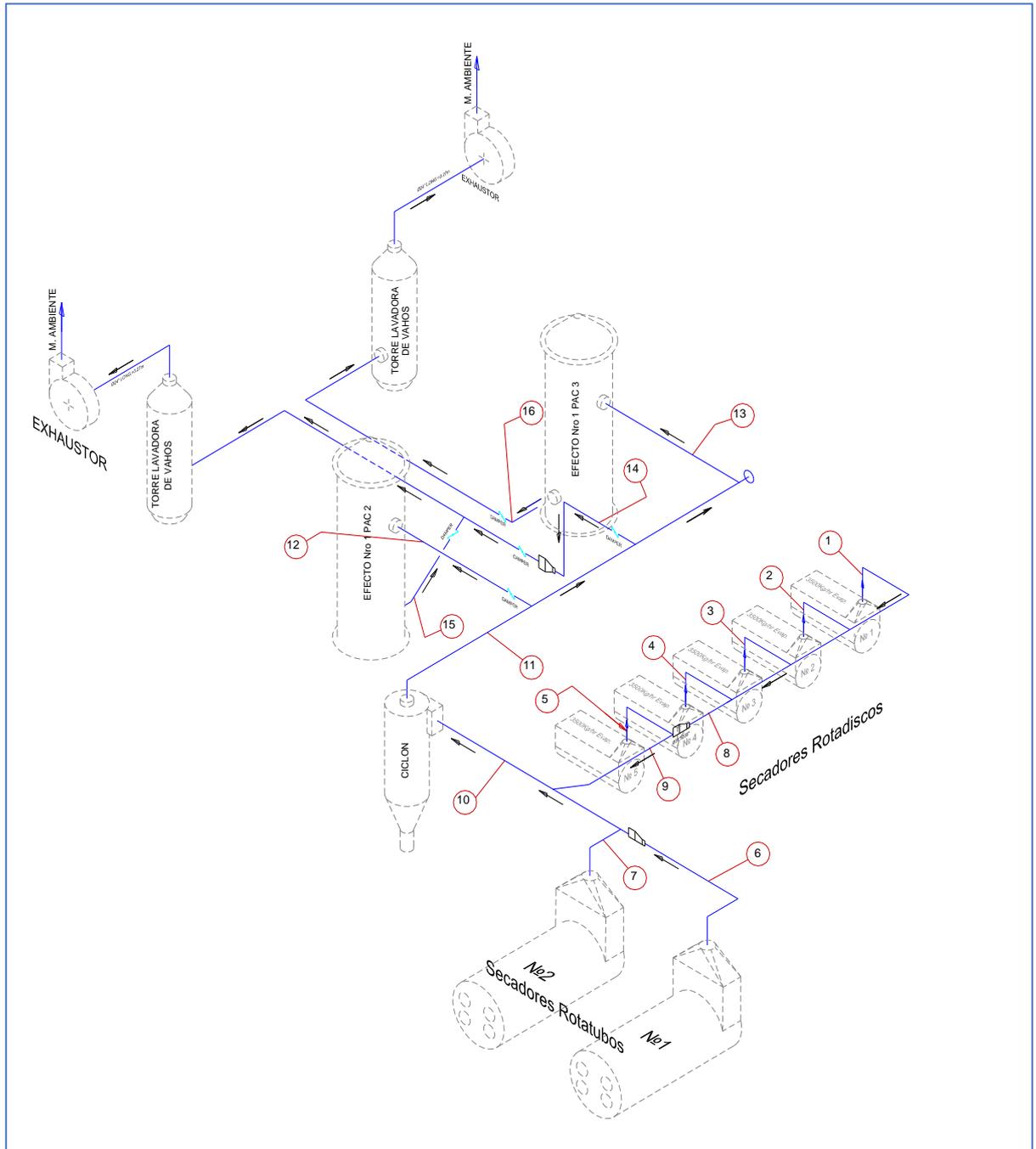


Figura 43. Distribución de exhaustores y ciclón propio de la Planta evaporadora.

Fuente: Elaboración propia

4.17 Distribución proyectando el quinto secador ADD 1986 de ductos de vahos

Tabla 34. Parámetros del sistema de secado considerando el quinto secador

Item	Descripción	Diametro del ducto (Plg)					
		16"	20"	23"	24"	30"	48"
1	Salida de Sec. rotadiscos 1 (m)	4.0	-	-	-	-	-
2	Salida de Sec. rotadiscos 2 (m)	4.0	-	-	-	-	-
3	Salida de Sec. rotadiscos 3 (m)	4.0	-	-	-	-	-
4	Salida de Sec. rotadiscos 4 (m)	4.0	-	-	-	-	-
5	Salida de Sec. rotadiscos 5 (m)	4.0	-	-	-	-	-
6	Salida de Sec. rotatubo 1 (m)	-	15.0	-	-	-	-
7	Salida de Sec. rotatubo 2 (m)	-	3.5	-	-	-	-
8	Colector de vahos Sec. Rotadiscos (m)	-	-	-	12.0	-	-
9	Llegada a troncal de rotadiscos (m)	-	-	-	-	11.0	-
10	Troncal hacia ciclón (m)	-	-	-	-	9.0	-
11	Manifold salida de ciclón (m)	-	-	-	-	-	23.5
12	Ingreso a PAC 1 (m)	-	-	-	-	2.0	-
13	Ingreso a PAC 3 (m)	-	-	-	-	2.0	-
14	By Pass hacia exhaustor (m)	-	-	13.0	-	12.0	-
15	Salida de vahos de PAC1 a by pass (m)	2.0	-	-	-	-	-
16	Salida de vahos de PAC3 a exhaustor de Ilo (m)	-	-	23.0	-	-	-
Total (m)		22.0	18.5	36.0	12.0	36.0	23.5

Nota: se esta considerando independizar las salidas de vahos de las plantas evaporadoras y el montaje del exhaustor de vahos de Ilo.

Comparativo de ductos de vahos							
Descripción	Diametro del ducto (Plg)						
	16"	20"	23"	24"	30"	48"	
Actual (m)	18.0	18.5	15.0	12.0	36.0	21.0	
Proyectado (m)	22.0	18.5	36.0	12.0	36.0	23.5	
Diferencia (m)	4.0	-	21.0	-	-	2.5	

Fuente: Elaboración propia

Rendimiento de planta de harina

$$\text{Rendimiento de planta} = \frac{36,99 \text{ Ton/h}}{150 \text{ Ton/h}} = 24,6\%$$

Resumen de datos de los balances de materia y energía

Balance en etapas de secado con 130 Ton/h

Tabla 35. Parámetros de secado con capacidad de planta de 130 Ton/h

Torta Integral			1º Secado			2º Secado			3º Secado		
S	27,24	43.70%	S	27,24	50,00%	S	27,34	74,85%	S	27,24	83,63%
G	2,73	4.37%	G	2,73	5.00%	G	2,73	7,46%	G	2,73	8,37%
H	32,37	51.93%	H	24,52	45,00%	H	6,58	18%	H	2,61	8%
	62,34	100%		54,49	100%		36,55	100%		32,58	100%

Fuente: Elaboración propia

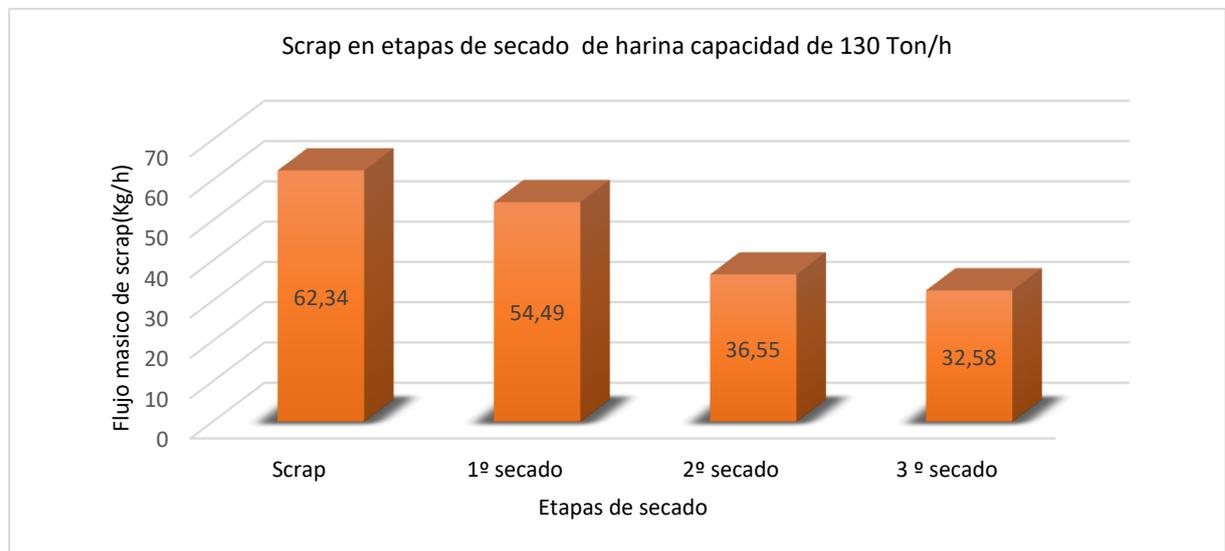


Gráfico 10. Secado desde Scrap hasta obtención de harina con capacidad de 130 Ton/h

El gráfico se describe la reducción del Scrap desde su etapa integral (antes de ingresar al primer secado), luego en la etapa de primer secado se reduce de 62,34 Ton/h hasta 54,49 Ton/h y en la segunda etapa de 54,49 Ton/h hasta 36,55 Ton/h y en la tercera etapa desde 36,55 Ton/h hasta 32,58 Ton/h

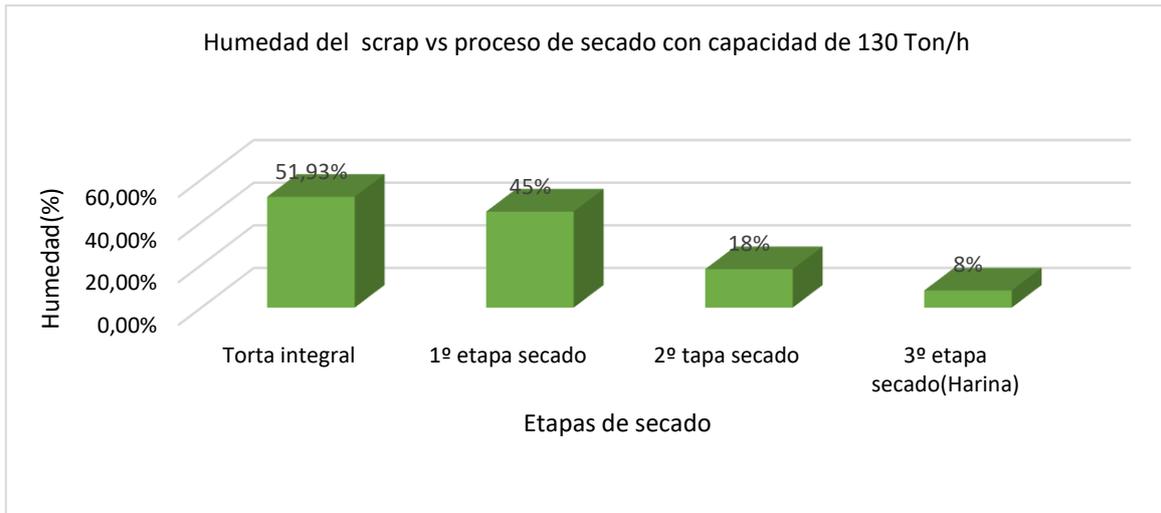


Gráfico 11. Humedad del Scrap en el proceso de secado por etapas

En el gráfico se tiene la humedad de la torta integral ingresa a la primera etapa de secado con 51,93% obteniéndose en la primera etapa de secado el 45%, para la segunda etapa de secado 18% y la etapa final 8%.

Balance en etapa de secado con proyección de capacidad de 150 Ton/h

Tabla 36. Parámetros de secado con capacidad de planta de 150 Ton/h

Torta Integral			1º Secado			2º Secado			3º Secado		
S	31,06	47,11%	S	31,06	50,21%	S	31,06	74,85%	S	31,06	83,98%
G	2,97	4,50%	G	2,97	4,79%	G	2,97	7,15%	G	2,97	8,02%
H	31,90	48,39%	H	27,84	45%	H	7,47	18%	H	2,96	8%
	65,93	100%		61,87	100%		41,50	100%		36,99	100%

Fuente: Elaboración propia

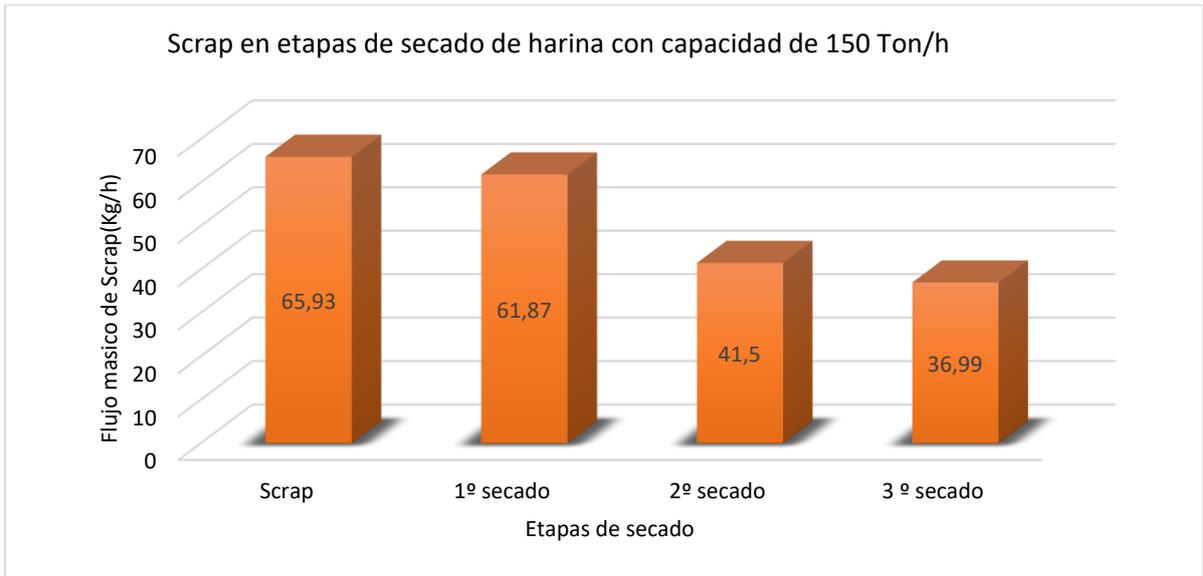


Gráfico 12. Secado desde Scrap hasta obtención de harina con capacidad de 150 Ton/h

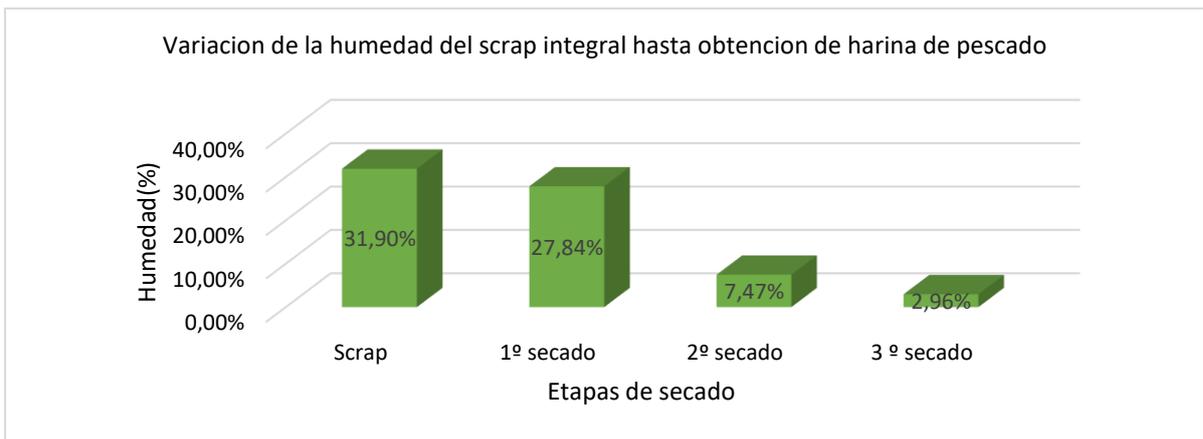


Gráfico 13. Humedad del Scrap en el proceso de secado por etapas con capacidad de 150 Ton/h

Balance en planta evaporadora

Tabla 37. Balance de energía en efectos de planta evaporadora con 130 Ton/h

Efecto	Calor Transferido (Mcal/h)	$\Delta T(^{\circ}C)$	Área(m ²)	U(kCal/m ² h ^o C)
Primer	8 322	2,1	1925	2,059
Segundo	12 880	12,5	1173	878
Tercera	10 784	10,9	1173	843

Fuente: Elaboración propia

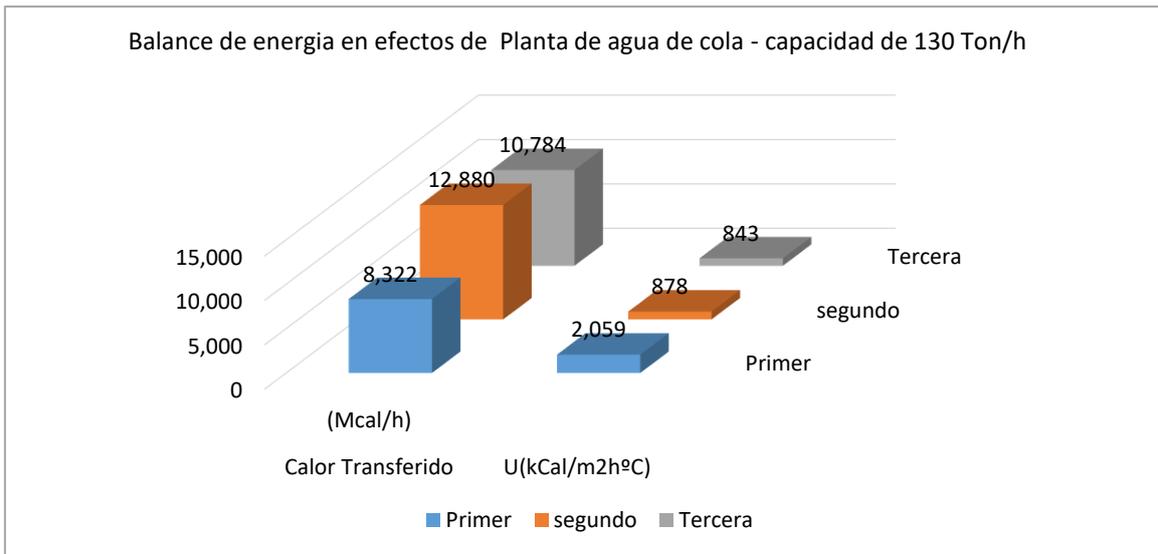


Gráfico 14. Parámetros de flujo de transferencia de calor y coeficientes globales en efectos de planta evaporadora con capacidad de 130 Ton/h.

Tabla 38. Balance de energía en efectos de planta evaporadora con 150 Ton/h

Efecto	Calor Transferido (Mcal/h)	$\Delta T(^{\circ}C)$	Área(m ²)	U(kCal/m ² h°C)
Primero	9 602	2,1	1925	2,372
Segundo	14 720	12,5	1173	1,004
Tercera	12 324	10,9	1173	964

Fuente: Elaboración propia

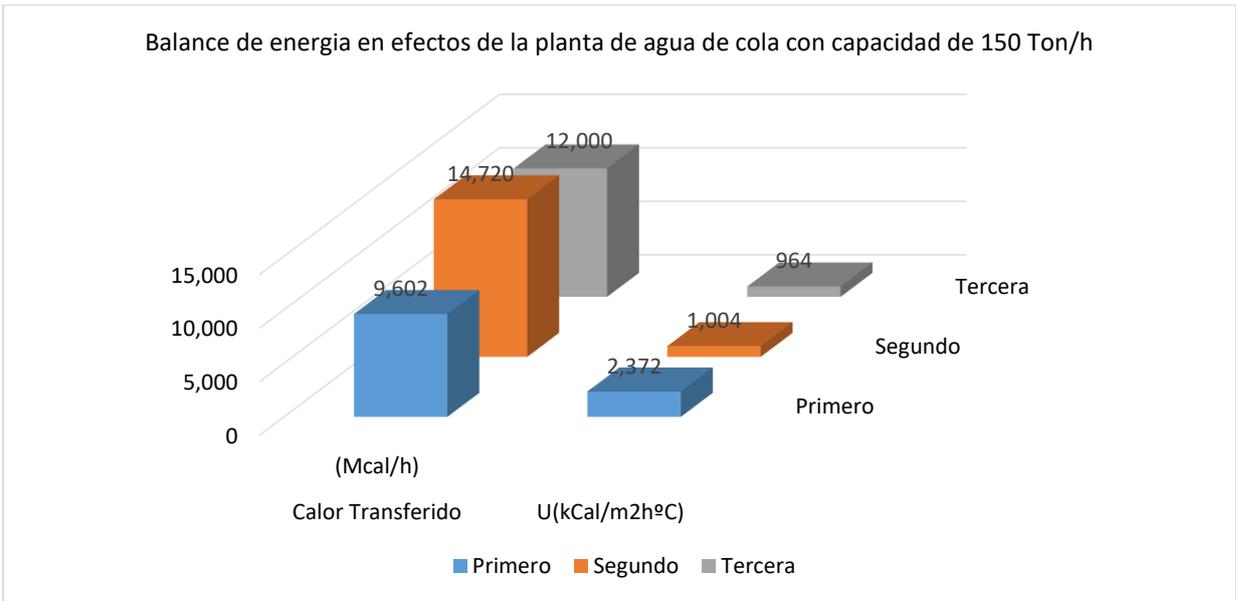


Gráfico 15. Parámetros de flujo de transferencia de calor y coeficientes globales en efectos de planta evaporadora con capacidad de 150 Ton/h.

Tabla 39. Variación de la humedad según capacidades de planta

Capacidad de planta (Ton/h)	Humedad inicial (%)	Humedad final (%)
130	89,49	54,00
150	88,46	53,00

Fuente: Elaboración propia

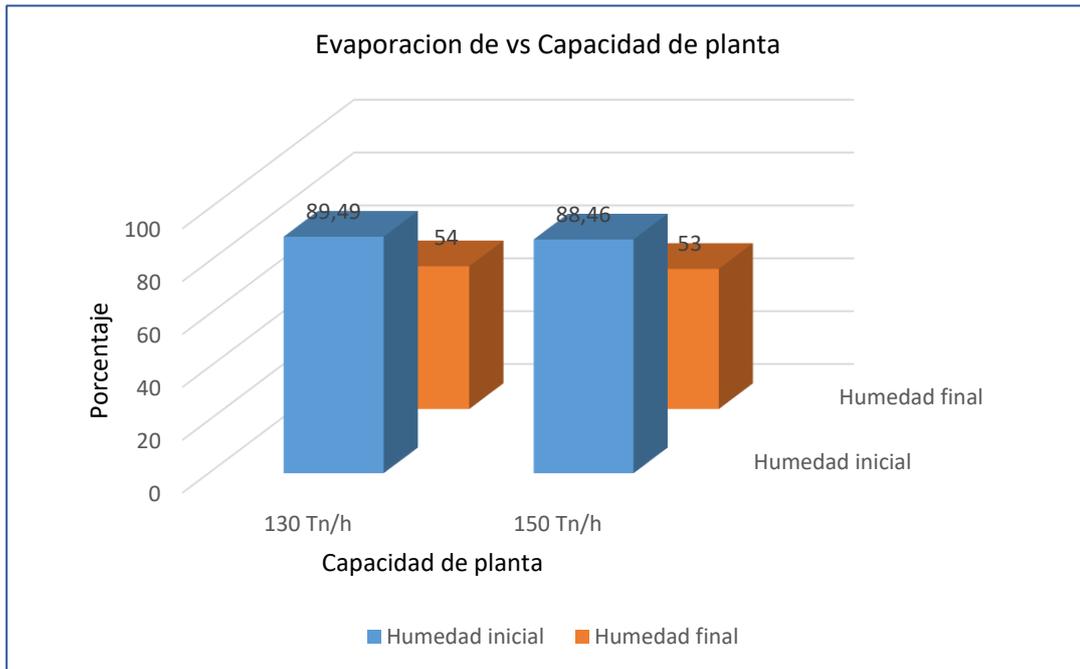


Gráfico 16. Tasa de evaporación en función a capacidades de planta de harina

4.18 Análisis Económico

Se analiza el escenario de la posibilidad de cotizar la compra de una planta de agua de cola de 70 000 kg/h y un secador rotadisco de 3500 kg/h para comparar los beneficios y costos de inversión frente a la opción de trasladar los equipos de planta evaporador de agua de cola y el secador rotadisco que se dispone en la planta de Ilo.

Costo de inversión para escenario de compra de los equipos

Tabla 40. Costos de equipos según su capacidad productiva

Equipos	Inversión USD
Planta de agua de cola (70 000 kg/h)	550 000,000
Secador rotadisco (3 500 kg/h)	150 000,000
Costo de O y M anual	70 000,000
Total de inversión	770 000,000

Cálculo del VAN

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FN}{(1+i)^t} - I$$

$$VAN = \sum_{t=1}^{20} \frac{(210\,000,000)USD}{(1+0,12)^{20}} - 770\,000,000\,USD$$

$$VAN = 530818,59\,USD$$

Cálculo de la TIR

$$0 = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FN}{(1+i)^t}$$

$$0 = -770\,000,000\,USD + \sum_{t=1}^{20} \frac{(210\,000,000)USD}{(1+i)^{20}}$$

$$TIR = 25,48\%$$

Materiales de instalación para Planta evaporadora para nueva capacidad de 150 Ton/h

Descripción	Cantidad	Costo (USD)
Bomba de vacío FAP6/P616,40 Hp	1	3400
Bomba centrífuga HC80-200/DOT	1	1840
Viscosímetro CME 50	1	35
Válvula neumática UNI S69-SL;ISO DN 80	10	60
Válvula neumática UNI S69-SL;ISO DN 25	2	180
Válvula de bola S69-SL-ISO DN 20	2	220
Válvula de bola UNI S69-SL-ISO DN 80	1	250
Válvula de bola, UNI S69-G-ISO, 1"	1	250
Válvula mariposa UNI, VF 725-A, DN 300	1	300
Válvula mariposa UNI, VF 725-A, DN 125	1	240
Filtro spirax sarco , 1"	1	40
Bombillas halógenas 24 V, 100 W	6	6
Válvula antirretorno DN 80 VISU	1	240
Válvula antirrectorno tipo plato DN 20 301	1	230
Presostato KPS 333, 3/8"	1	540
Transmisor de presión N-300-0	1	460
Transmisión de presión FLEX	1	200
Válvula reductora, 3/4' incluido medidor de presión	1	250
Medidor de presión diferencial	1	70
Consola de manómetro	1	25
Refractómetro 0-50%	1	120
Válvula de bola inoxidable 1/2"	2	120
Total		10 166

Costo de inversión del proyecto

Tabla 41. Costo de servicio de ingeniería

Actividad	Secador Rotadisco	Planta Evaporadora
Equipo (USD)	135 000,00	500 000,00
Transporte (USD)	5 000,00	10 000,00
Montaje (USD)	10 000,00	40 000,00
Mantenimiento anual de equipos (USD)	70 000.00	
Total inversión (USD)	770 000,00	

Fuente: Elaboración propia

Del balance de masa y energía con la capacidad actual de 130 Ton/h y la capacidad proyectada de 150 Ton/h, se tiene un incremento de harina de 4,410 Kg/h.

Producción adicional mensual, teniendo en cuenta un Ratio de días de operación de 15 días al mes (Según el departamento de producción de la empresa, el cual se ve afectado, por las cuotas de pesca, información promedio año 2022).

$$PAD = 4,41 \frac{\text{Ton harina}}{\text{h}} * 20 \frac{\text{h}}{\text{dia}} * 15 \frac{\text{dia}}{\text{mes}} = 1\,323 \frac{\text{Ton harina}}{\text{mes}}$$

Según el Departamento de Costos de la Empresa se tienen la siguiente información comercial para el año 2022:

Precio de Venta de Harina Super Prime 1 800 USD/Tonelada.

Precio de Compra de Materia Prima: 240 USD/Tonelada de anchoveta que representa el 80% del Costo total de Producción.

Para un Ratio de 4 Toneladas de materia prima/Tonelada de harina, el cual es el valor promedio anual de producción.

Por lo tanto, el costo que representa la materia prima es:

$$\text{Costo de materia prima} = 240 * 4 = 960 \text{ USD}$$

$$\text{Costo de Produccion} := \frac{(960) * 100}{80} = 1\,200 \text{ USD por tonelada}$$

Por lo tanto el Beneficio neto es:

$$\text{Beneficio} = 1\,323 \frac{\text{Ton harina}}{\text{mes}} * (1800 - 1200) \frac{\text{USD}}{\text{Ton harina}} = 793\,800 \frac{\text{USD}}{\text{mes}}$$

Este valor es la ganancia económica bruta que resulta del incremento de capacidad de la planta.

Calculando la relación de beneficio costo del proyecto

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo de inversion}}$$

$$\frac{B}{C} = \frac{793\,800.00 \text{ USD}}{770\,000.00 \text{ USD}} = 1,03$$

La relación obtenida B/C, es >1, entonces el proyecto es aceptable.

5. DISCUSIONES

- Mediante el estudio de balance de materia y energía en el proceso actual con capacidad de 130Ton/h de procesamiento de materia prima de pescado, era necesario conocer la disponibilidad de energía térmica que aporta el vapor así como la capacidad de la etapa de secado, el balance de energía indica que es necesario contar con una capacidad adicional de secado de 35 000Kg/h , que resulta en la adquisición de un quinto secador de las mismas características de las que se disponen actualmente en planta, sin embargo la adición de capacidad de secado va ligado a la capacidad de evaporación , pues se discute también si es necesario incrementar los efectos o incrementar el área de cada efecto, solución técnica pasa por instalar un sistema de evaporación de mayor capacidad que no incurre en gastos de fabricación sino más bien en el traslado de la planta evaporadora y los gastos que genera su traslado , montaje y pruebas para su puesta en marcha.
- El balance de materia y energía resultante de la proyección del incremento de capacidad al inicio una producción de 32,58 Ton/h de harina y para la capacidad de 150 Ton/h se obtiene una producción de 36,99 Ton/h, generándose un incremento de 4,41 Ton/h este incremento es una proyección de la propuesta sin embargo su valor puede ser significativamente mayor en función a las mejoras de sus tecnologías de secadores y a la recuperación de materia prima de los procesos externo como la recuperación de carga orgánica más eficiente en el agua de bombeo, etc.
- Respecto al efecto que produce la instalación de la planta evaporadora, se puede observar que con la capacidad actual de 130 Ton/h el primer efecto transfiere una cantidad de 8322 Mcal/h, el segundo efecto 12880 Mcal /h y el tercer efecto 10 784 Mcal/h y con la nueva capacidad de planta de 150 Ton/h se tiene en el primer efecto 9602 Mcal/h , en el segundo efecto 14720 Mcal/h y en el tercero 12324 Mcal/h , estos indicadores de transferencia de calor en la propuesta de 150 Ton/h de capacidad son mayores debido a que se incrementó la capacidad de la planta evaporadora, sin embargo esta ganancia incurre también en incrementos en los flujos de agua de bombeo de mar y otras disposiciones de la planta.

- En las condiciones de este estudio para la planta de Hayduk, se realizó el estudio de proyección de un escenario de incremento de capacidad de producción de vapor considerando un aumento en el consumo de Gas natural de las calderas 5,6 y 8 a 5,6 y 8 a 90 m³/h , 100 m³/h y 160 m³/h respectivamente mejorando los factores de carga hasta a 0,91; 0,74 y 0,72 respectivamente consiguiéndose un incremento de flujo de vapor saturado de 3652,234 Kg/h suficiente para dar cobertura al ingreso del quinto secador rotatubos.
- Respecto a las dimensiones de los componentes del secador, como se sabe el secador rotadisco que adquirió la empresa Hayduk es de la misma capacidad evaporativa y de parámetros constructivos similares y homogéneas al cuerpo de secadores que disponían en planta (04 secadores), sin embargo, con el aporte de secado de este quinto secador se dio cobertura para el nuevo balance de energía con la nueva capacidad proyectada de 150 Ton/h.
- Respecto al escenario de compra de la planta de agua de cola y el secador rotadisco se tiene una inversión de 770 000.000 USD y 210 000.000 USD respectivamente , sin embargo el valor del VAN calculado es 530818,59 USD con una TIR de 25,48% .Para el escenario de trasladar los equipos desde la planta de Ilo hacia la planta de Coishco se demuestra que la rentabilidad del proyecto es inmediata debido a que la planta produciría 2 469,9 toneladas al mes de harina significando un costo de 4 445 280,00 dólares mensuales y la inversión realizada es de 770 000 dólares.

6. CONCLUSIONES

- El balance de materia y energía correspondiente a la capacidad actual de la planta de 130 Ton/h se centra en el proceso de secado que está integrado de tres etapas, la primera etapa de secado la realizan 04 secadores rotadiscos de 3 500 Kg/h de capacidad haciendo una capacidad de cobertura total de 14 000 Kg/h
- Con la actual capacidad de planta de 130 Ton/h de materia prima se tiene el ingreso de un flujo másico de torta integral de 62,34 Ton/h cuya cantidad de agua equivale a 32,37 Ton/h (51,93% de humedad), ingresando a la primera etapa de secado y secando hasta obtener 24,52 Ton/h (45% de humedad) obteniendo un scrap final de esta etapa de 54,49 Ton/h. En la segunda etapa de secado se reduce el scrap de 54,49 Ton/h hasta 36,55 Ton/h (18% humedad) y la tercera etapa de secado se reduce el scrap de 36,55 Ton/h hasta obtener harina de pescado en 32,58 Ton/h con una humedad final de 8%.
- Al evaluar la implementación de tecnologías de secador rotatubos y planta evaporadora con la nueva capacidad proyectada de 150 Ton/h de capacidad de materia prima se tiene el ingreso de un flujo másico de torta integral de 65,93 Ton/h cuya cantidad de agua equivale a 32,37 Ton/h (48,39% de humedad), ingresando a la primera etapa de secado y secando hasta obtener 27,84 Ton/h (45% de humedad) obteniendo un scrap final de esta etapa de 61,87 Ton/h. En la segunda etapa de secado se reduce el scrap 61,87 Ton/h hasta 41,50 Ton/h (18% humedad) y la tercera etapa de secado se reduce el scrap de 41,50 Ton/h hasta obtener harina de pescado en 36,99 Ton/h con una humedad final de 8%. El incremento de capacidad de materia prima desde 130 Ton/h hasta 150 Ton/h permite incrementar la producción final de harina de pescado en 4 441 Kg/h obteniéndose una producción mensual de harina de 2 469,6 Ton/mes cuyo costo en el mercado internacional equivale a 4 445 280 USD, obteniéndose un Costo /Beneficio de 6,83 haciendo viable el proyecto.
- El análisis del escenario de compra de los equipos planta de agua de cola y el secador rotadisco indica que la inversión a desembolsar es de 770 000,000 USD , con un flujo de caja de 210 000,000 USD a una tasa de interés del 12% , se obtiene un VAN de 530818,59 USD y una TIR de 25,48% sin embargo en el escenario de trasladar los equipos desde la planta de Ilo a Coishco , se tiene un desembolso inicial de 650 000,000 USD, y un flujo de caja de 650 000,000 USD por lo cual la toma de decisión de la segunda opción de trasladar los equipos es más rentable.

- Al proyectar los indicadores energéticos y de productividad de la planta evaporadora con capacidad actual de 130 Ton/h presenta un flujo de calor de 8 322 MCal/h, en el segundo efecto 12 880 MCal/h y en el tercer efecto 10 784 MCal/h, para la capacidad proyectada de 150 Ton/h se tiene en el primer efecto 9 602 MCal/h, en el segundo efecto 14 720 MCal/h y en el tercer efecto 12 000 MCal/h respectivamente. Se concluye que el incremento de producción de harina equivale a 13,5%, respecto de la hipótesis proyectada de 15%, se tiene un buen margen de precisión diferenciándose solo en 1,5%

7. RECOMENDACIONES

- Es necesario realizar un estudio de la capacidad de generación de vapor considerando la nueva entrada de un secador rotatubo de 3 500 Kg/h y una planta evaporadora WHE, la cual consumirá mayor flujo de vapor.
- Así mismo se recomienda hacer un estudio del factor de planta y de carga de las calderas a fin de conocer si se está trabajando en el límite de producción de vapor, ya que el vapor saturado ha incrementado su demanda en planta y se dese que este vapor llegue en óptimas condiciones para la transferencia de calor en el secado y la evaporación.
- Revisar y monitorear las líneas de condensado en los secadores debido al incremento de carga.
- Optimizar el aislamiento térmico en la zona de secadores, reparar y sustituir la protección metálica del aislamiento térmico.
- Revisar periódicamente el trabajo operativo de las bombas considerando la nueva capacidad y revisar la caída de temperatura en los efectos del nuevo evaporador.
- Instalar sistemas de recuperación de condensados a la salida de los secadores para aprovechar su energía.

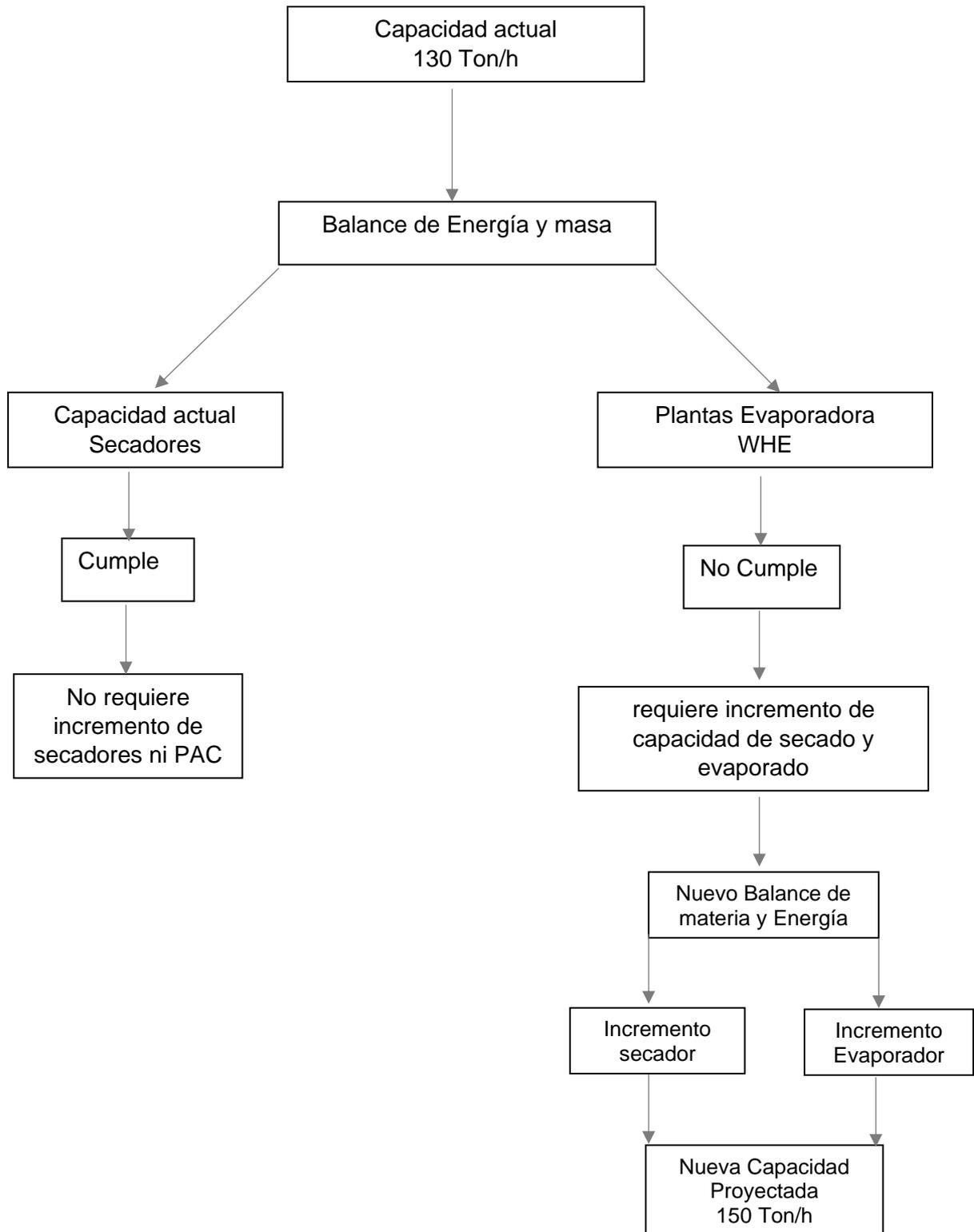
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Freedman, B., Pryde, E. H. and Mounts., Variables affecting the yields of fatty esters from transterified vegetable oils., *Journal of American Oil Chemist Society*, Vol. 61, No 10, 1984, pp. 1638-1643.
- Incropera Frank P. , *Fundamentos de transferencia de Calor* , Cuarta Edición , Editorial Prentice – Hall , México 1999.
- Keenan Y Keyes , *Tablas de Propiedades Termodinámicas del vapor*, Primera edición, New-York. John Wiley & Sons Inc., Noviembre 2007.
- White , F. "Mecánica de fluidos" Ed. McGraw Hill (2008)
- Cengel, Y. A.; Boles, M.A.: *Termodinámica*. Mc Graw-Hill, 1996
- Holman, J. P.: *Transferencia de Calor*, 8a edición, Mc Graw-Hill, Madrid, 1998.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación: Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio* (6a. ed. --.). México D.F.: McGraw-Hil.
- Honores Menacho, O. O., & Casique Bojórquez, H. D. (2016). *Evaluación exergética y termoeconómico de la planta evaporadora agua de cola y secadores rotatubos de la Empresa Pesquera Tecnología de Alimentos SA–Chimbote*.
- Gómez Montenegro, V. E. (2017). *Influencia de la capacidad de evaporación en el dimensionamiento de un secador a vapor rotadiscos*.
- Nuñuero Yzquierdo, A. I., & Díaz Valladares, E. D. (2011). *Evaluación del cambio tecnológico de los secadores directos por secadores a vapor con aprovechamiento de vahos en una planta evaporadora de película descendente*.

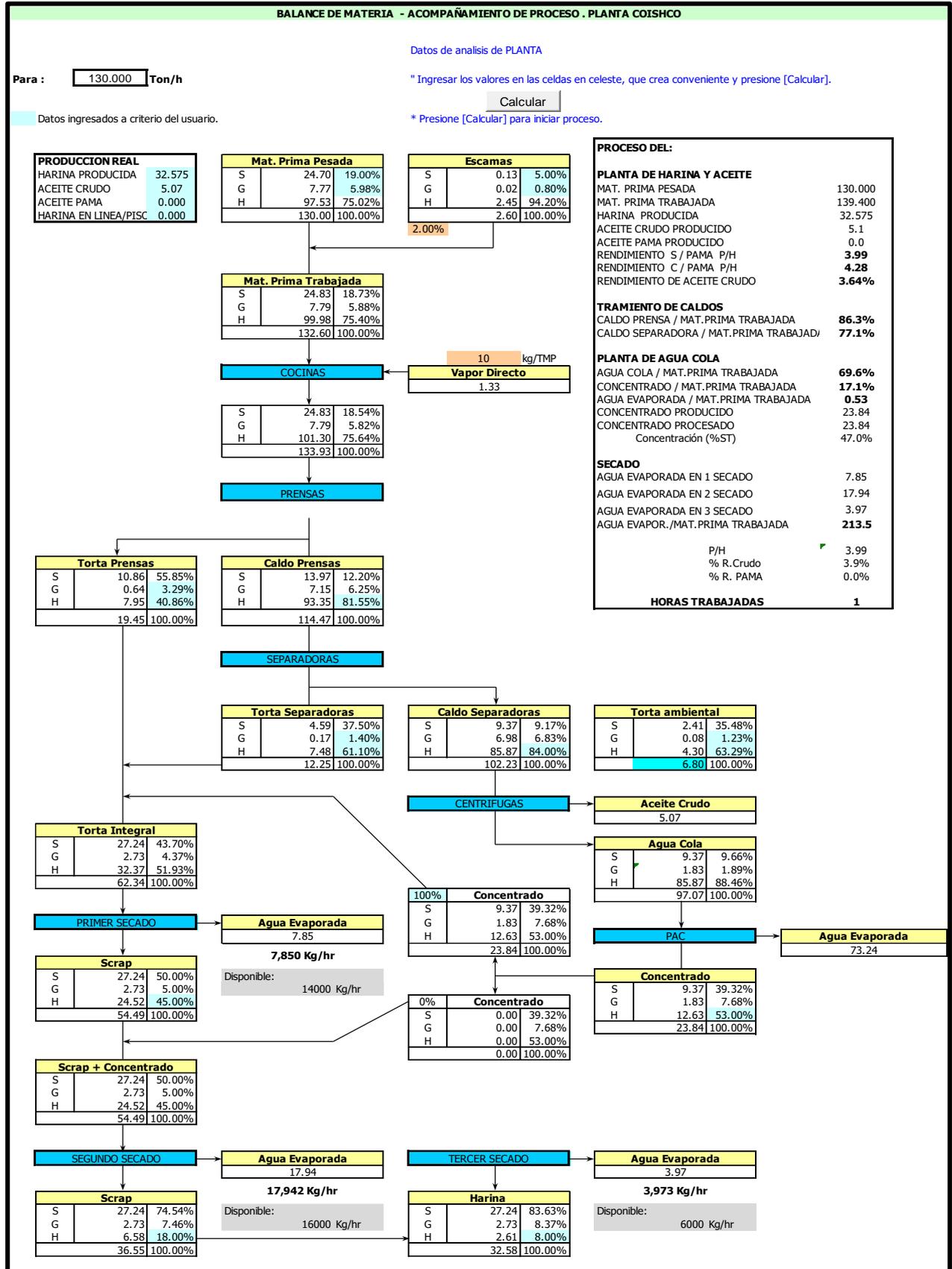
- Villanueva Quiñones, A. B., & Villanueva Escobar, M. R. (2012). Innovación tecnológica en los sistemas de secado y de evaporación, para la reducción del consumo de combustible por tonelada de harina de pescado en el proceso productivo de la empresa cridani sac de la ciudad de Chimbote.
- De La Cruz Lezama, M. (2015). Mejora de la eficiencia en una bomba hidráulica mediante la modificación de su geometría. Chávez Vásquez, M. E., & Cuzcano Meléndez, F. M. (2011). Aumento de capacidad de producción de la planta pesquera Ribaudó SA mediante la transformación de un enfriador de scrap de pescado a un secador de aire caliente.
- Mamani Paulo, I. P., & Ponte Loyaga, L. D. (2012). Evaluación de los efectos del cambio tecnológico en el uso de secadores a fuego directo por secadores a vapor en la Industria Pesquera.
- Nuñuero Yzquierdo, A. I., & Díaz Valladares, E. D. (2011). Evaluación del cambio tecnológico de los secadores directos por secadores a vapor con aprovechamiento de vahos en una planta evaporadora de película descendente.
- Tarazona Monzon, E. R. (2016). Estudio energético de equipos consumidores de energía térmica para la implementación óptima de una planta de harina de pescado en el consorcio pesquero el Ferrol SAC-Chimbote.

ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de proceso

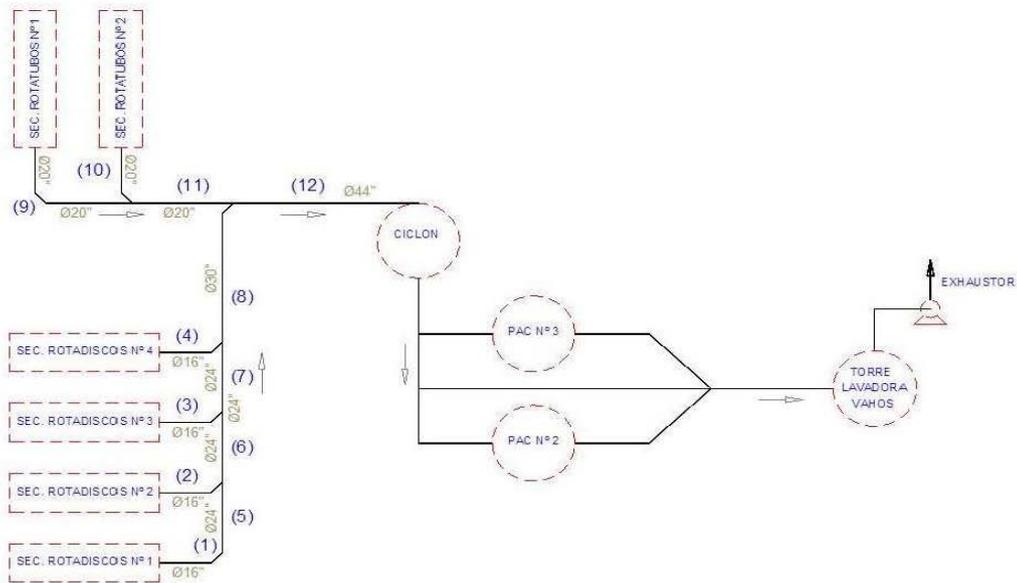


Anexo 2. Cuadro resumen de balance de materia con capacidad actual 130 Ton/h



Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Cálculo de los ductos actuales a capacidad de 130 Ton/h



CALCULO DE LOS DUCTOS DE VAHOS ROTADISK Y ROTATUBOS

Punto	SEGUN CALCULO					ACTUAL			
	Caudal m ³ /h	Velocidad m/seg	Diametro		Area m ²	Longitud m	Ducto Diametro		Velocidad m/s
			m	in			m	in	
1	6574	15	0.394	15.5	0.1217	8	0.39	15.3	15.3654
2	6574	15	0.394	15.5	0.1217	4	0.39	15.3	15.3654
3	6574	15	0.394	15.5	0.1217	4	0.39	15.3	15.3654
4	6574	15	0.394	15.5	0.1217	4	0.39	15.3	15.3654
5	6574	15	0.394	15.5	0.1217	3	0.61	24.0	6.2763
6	13148	15	0.557	21.9	0.2435	3	0.61	24.0	12.5506
7	19722	15	0.682	26.8	0.3652	3	0.61	24.0	18.8260
8	26296	15	0.787	31.0	0.4870	3	0.61	24.0	25.1013
9	16082	15	0.616	24.2	0.2978	15	0.762	30.0	9.7966
10	16082	15	0.616	24.2	0.2978	8	0.508	20.0	22.0402
11	32164	15	0.871	34.3	0.6966	4	0.508	20.0	44.0804
12	58460	15	1.174	46.2	1.0826	2	1.176	44.0	16.5536

Calculo del Ventilador

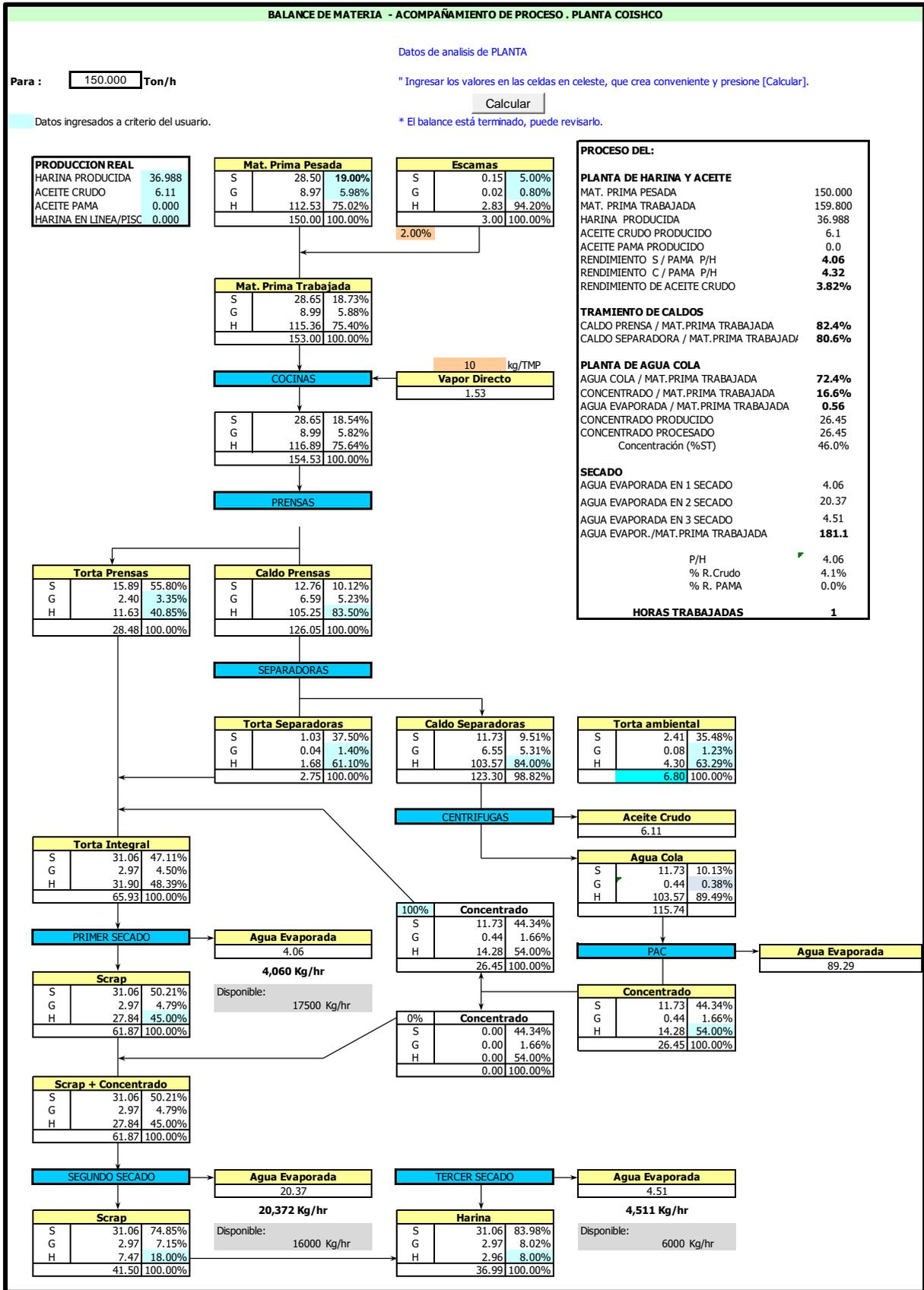
Datos	Cant	Cap. Sec	Vahos (m ³ /h)	Vahos (cfm)	Total (cfm)
Vahos de Rotadiscos	4	3500	6574	3886	15466
Vahos de Rotatubos	2	8000	16082	9458	18918
Total		kg agua/h			34382

Calculo del escape del ventilador

Temperatura salida vahos	68	°C		
Humedad	0.255	kg agua /kg aire		
Densidad de mezcla	0.8912	kg/m ³		
Cantidad de aire neta	5884	kg/h		
Factor de correccion	1.5			
Cantidad de aire con factor	8825	kg/h		
Cantidad de agua	2250	kg/h		
Total mezcla aire + humedad	11076	kg/h		
Volumen	12428	m ³ /h	7309	cfm

Los ductos son de acero inoxidable
 para espesor menor de 600 mm dia el espesor de la plancha es 2 mm
 para espesor mayor de 600 mm dia el espesor de la plancha es 3 mm

Anexo 4. Cuadro resumen de balance de materia con capacidad actual 150 Tn/h



PROCESO DEL:

PLANTA DE HARINA Y ACEITE

MAT. PRIMA PESADA	150.000
MAT. PRIMA TRABAJADA	159.800
HARINA PRODUCIDA	36.988
ACEITE CRUDO PRODUCIDO	6.1
ACEITE PAMA PRODUCIDO	0.0
RENDIMIENTO S / PAMA P/H	4.06
RENDIMIENTO C / PAMA P/H	4.32
RENDIMIENTO DE ACEITE CRUDO	3.82%

TRAMIENTO DE CALDOS

CALDO PRENSA / MAT.PRIMA TRABAJADA	82.4%
CALDO SEPARADORA / MAT.PRIMA TRABAJADA	80.6%

PLANTA DE AGUA COLA

AGUA COLA / MAT.PRIMA TRABAJADA	72.4%
CONCENTRADO / MAT.PRIMA TRABAJADA	16.6%
AGUA EVAPORADA / MAT.PRIMA TRABAJADA	0.56
CONCENTRADO PRODUCIDO	26.45
CONCENTRADO PROCESADO	26.45
Concentración (%ST)	46.0%

SECADO

AGUA EVAPORADA EN 1 SECADO	4.06
AGUA EVAPORADA EN 2 SECADO	20.37
AGUA EVAPORADA EN 3 SECADO	4.51
AGUA EVAPOR./MAT.PRIMA TRABAJADA	181.1

P/H 4.06
% R. Crudo 4.1%
% R. PAMA 0.0%

HORAS TRABAJADAS 1

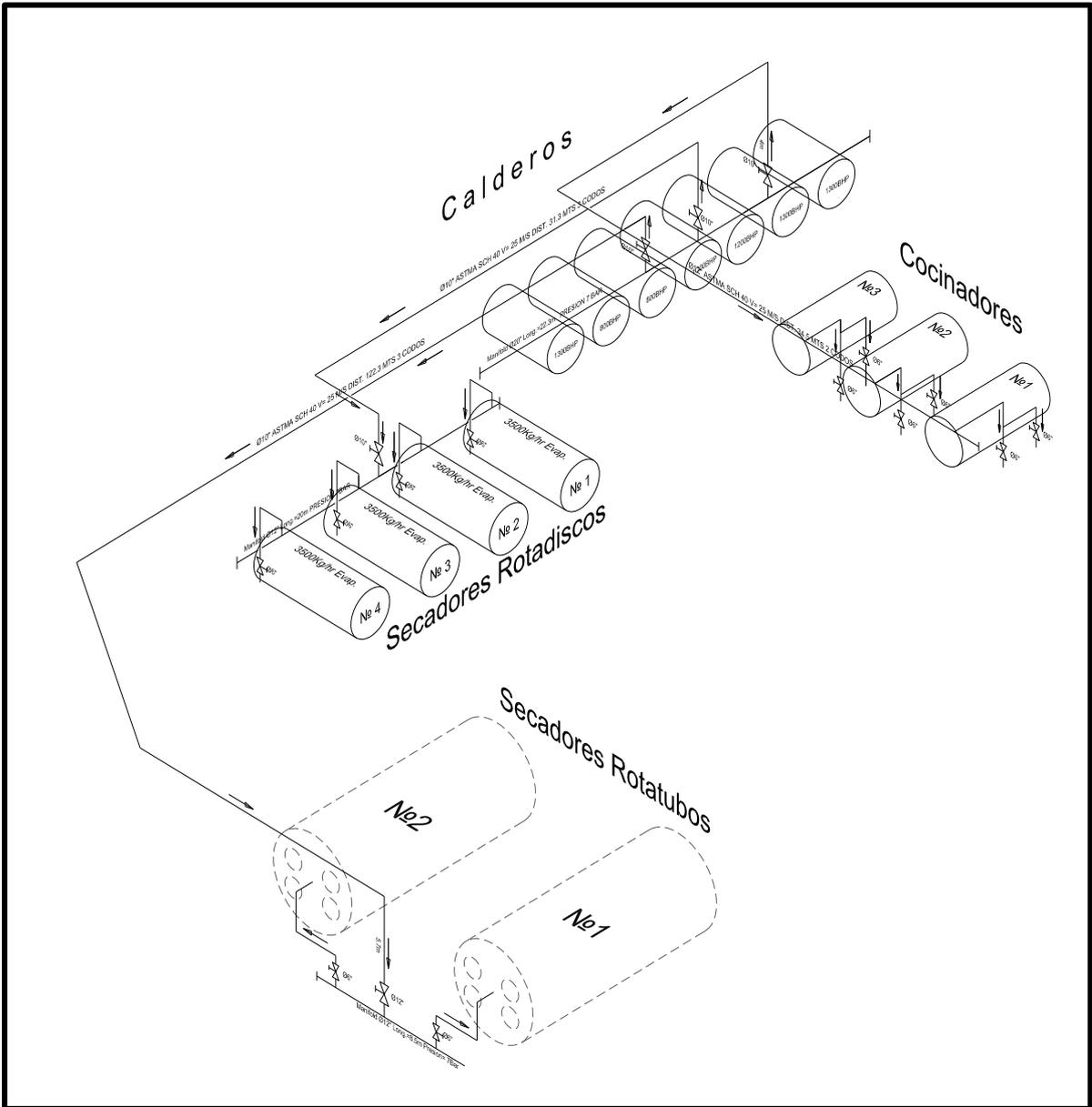
Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Calculo de capacidad de transportador helicoidal.

ITM	EQUIPO	Largo Actual	Largo Proyectado	Incremento en Longitud	Pot. Motor (HP)	CAPACIDAD TEORICA 130 TM/Hr ACTUAL		CAPACIDAD PROYECTADA BALANCE MASA (150TM/Hr) TM/Hr	RESERVA TM/hr
		(m)	(m)	(m)	Actual	INDIVIDUAL TM/Hr	EN PARES (*) TM/Hr		
		1	TH. COL. PRENSAS 1	15.64	15.64	0	25		
2	TH. COL. PRENSAS 2	16.31	16.31	0	25	45.4			
3	TH. ELEVADOR 1-1	9.085	9.085	0	20	70.8			
4	TH. ELEVADOR 1-2	8.8	8.8	0	20	56.4	127.2	84.7	42.5
5	TH. ELEVADOR 2-1	10.385	10.385	0	25	69.9			
6	TH. ELEVADOR 2-2	10.385	10.385	0	25	53.3	123.2	84.7	38.5
7	TH. ELEVADOR 3-1	8.41	8.41	0	20	48.4			
8	TH. ELEVADOR 3-2	8.41	8.41	0	15	69.0	117.4	84.7	32.7
9	TH. DISTRIB. ROTAD. 1	13.465	16.559	3.1	25	75.0			
10	TH. DISTRIB. ROTAD. 2	14.39	19.364	5.0	15	37.5	112.5	84.7	27.7
11	TH. COLECTOR ROTAD 1	13.315	17.815	4.5	25	99.6			
12	TH. COLECTOR ROTAD. 2	13.315	17.815	4.5	20	55.4	155.0	62.8	92.2
13	TH. ELEVADOR 4-1	10.53	16.03	5.5	30	59.4			
14	TH. ELEVADOR 4-2	10.23	15.73	5.5	25	65.1	124.5	62.8	61.7
15	TH. ELEVADOR 5-1	9.74	6.3	-3.4	25	54.0			
16	TH. ELEVADOR 5-2	9.73	6.3	-3.4	25	50.6	104.6	62.8	41.8
17	TH. DISTRIB. ROTATUBO. 1	12.03	12.03	0	25	93.2	93.2	62.8	30.4
18	TH. BY PASS	0	6	6	20	93.2	93.2	62.8	30.4

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Calculo para tuberías de vapor a $v= 25$ m/s



Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Diámetros de tuberías de vapor

CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE TUBERÍAS DE VAPOR								
Velocidad=		25	m/seg					
ETAPA DEL PROCESO		Capacidad de equipo kg/h	Masa de vapor (kg / h)	Presión Trabajo (psig)	Flujo vapor (m ³ /h)	Ø Teorico (mm)	Ø Teorico (pulg)	Ø REAL Nom. (pulg) SCH 40
SEC ROTADISCOS	TRONCAL RTD	14000	18,200.00	120	3911	235	9.3	10"
1.30 kg vapor/kg agua evap.	Secador RTD 1	3500	4,550.00	90	1240	132	5.2	6"
	Secador RTD 2	3500	4,550.00	90	1240	132	5.2	6"
	Secador RTD 3	3500	4,550.00	90	1240	132	5.2	6"
	Secador RTD 4	3500	4,550.00	90	1240	132	5.2	6"

Fuente: Elaboración propia



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Benites Villegas Héctor Domingo

Facultad:	Ciencias		Educación		Ingeniería	X
Departamento Académico	ENERGIA, FISICA Y MECANICA					
Título:	X	Maestría:		Doctorado		

Programa:

De la Universidad Nacional del Santa. Asesor / Unidad de Investigación revisora del trabajo de Investigación intitulado:

INFLUENCIA DE CAPACIDAD DISPONIBLE DE SECADORES Y PLANTA EVAPORADORA PARA INCREMENTO PRODUCTIVO DE HARINA DE PESCADO, EMPRESA PESQUERA HAYDUK-COISHCO.

Del estudiante / docente:

De la escuela / departamento académico:

Constato que la investigación presentada tiene un porcentaje de similitud del 25 % el cual se verifica con el reporte de originalidad de la aplicación Turnitin adjunto.

Quién suscribe la presente, declaro el haber analizado dicho reporte y concluyo que las coincidencias detectadas no se conforman como plagio. A mi claro saber y entender, la investigación cumple con las normas de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional del Santa.

Nuevo Chimbote, 12 de julio de 2023

Firma:

Nombres y Apellidos del Asesor/Presidente UI: Benites Villegas, Héctor Domingo.

DNI: 17821639



DECLARACION JURADA DE AUTORIA

Yo, Juan Carlos Ipanaqué Silva

Facultad:	Ciencias		Educación		Ingeniería	X
Escuela Profesional:						
Departamento Académico:	ENERGIA, FISICA Y MECANICA					
Título:	X	Maestría:		Doctorado:		
Programa: Tesis de pregrado para titulación profesional						
De la Universidad Nacional del Santa; Declaro que el trabajo de investigación intitulado:						
INFLUENCIA DE CAPACIDAD DISPONIBLE DE SECADORES Y PLANTA EVAPORADORA PARA INCREMENTO PRODUCTIVO DE HARINA DE PESCADO, EMPRESA PESQUERA HAYDUK-COISHCO.						
presentado en 93 folios, para la obtención del Grado académico:						()
Título profesional:	(X)	Investigación anual:			()	
<ul style="list-style-type: none">➤ He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presente trabajo.➤ Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.➤ Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser revisado electrónicamente para la detección de plagio por el VRIN.➤ De encontrarse uso de material intelectual sin el reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario.						
Nuevo Chimbote, 12 de julio de 2023						
Firma: 						
Nombres y Apellidos: Ipanaque Silva, Juan Carlos						
DNI: 45856511						



DECLARACION JURADA DE AUTORIA

Yo, Sixto Jesús Vilchez Blas

Facultad:	Ciencias		Educación		Ingeniería	X
Escuela Profesional:						
Departamento Académico:	ENERGIA, FISICA Y MECANICA					
Título:	X	Maestría:		Doctorado:		
Programa: Tesis de pregrado para titulación profesional						
De la Universidad Nacional del Santa; Declaro que el trabajo de investigación intitulado:						
INFLUENCIA DE CAPACIDAD DISPONIBLE DE SECADORES Y PLANTA EVAPORADORA PARA INCREMENTO PRODUCTIVO DE HARINA DE PESCADO, EMPRESA PESQUERA HAYDUK-COISHCO.						
presentado en 93 folios, para la obtención del Grado académico:						()
Título profesional:	(X)	Investigación anual:			()	
<ul style="list-style-type: none">➤ He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presente trabajo.➤ Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.➤ Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser revisado electrónicamente para la detección de plagio por el VRIN.➤ De encontrarse uso de material intelectual sin el reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario.						
Nuevo Chimbote, 12 de julio de 2023						
Firma:						
Nombres y Apellidos: Vilchez Blas, Sixto Jesús						
DNI: 72741632						

Influencia de capacidad disponible de secadores y planta evaporadora para incremento productivo de harina de pescado, empresa pesquera Hayduk-Coishco

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	15%
2	www.grafiati.com Fuente de Internet	1%
3	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%
5	qdoc.tips Fuente de Internet	1%
6	docplayer.es Fuente de Internet	<1%
7	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1%

9	INGENIEROS INNOVADORES PROYECTISTAS AMBIENTALES E.I.R.L.. "Actualización al EIA para la Planta de Harina y Aceite de Pescado de Alto Contenido Proteínico de 214 t/h de Capacidad, Ubicada en el Distrito de Razuri, La Libertad-IGA0004895", R.D. N° 240-2019-PRODUCE/DGAAMPA, 2021 Publicación	<1 %
10	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
11	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
12	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	GREEN ENVIRONMENT S.A.C.. "Actualización del EIA de la Planta Industrial dedicada a la Fabricación de Productos Metálicos para Uso Estructural de la Empresa Fera Perú-IGA0012313", R.D. N° 331-2019-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2020 Publicación	<1 %
14	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	www.scribd.com	

Fuente de Internet

<1 %

17

investigacion.sgc.udhvirtual.com

Fuente de Internet

<1 %

18

rinfi.fi.mdp.edu.ar

Fuente de Internet

<1 %

19

Bruno Aguiar, Joana Silva, Tiago Rocha, Susana Carneiro, Ines Sousa. "Monitoring physical activity and energy expenditure with smartphones", IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics (BHI), 2014

Publicación

<1 %

20

idoc.pub

Fuente de Internet

<1 %

21

ECOFISH S.A.. "Actualización al EIA para el Establecimiento Industrial Pesquero que Comprende la Planta de Conservas de Productos Hidrobiológicos de Capacidad de 5286 cajas/turno y una Planta de Harina Residual de Carácter Accesorio y Complementario a la Actividad Principal con Capacidad de 9 t/h, Ubicado en el distrito de Chimbote, Ancash-IGA0011118", R.D. N° 140-2019-PRODUCE/DGAAMPA, 2020

Publicación

<1 %

22	<p>CONSULTORIA AMBIENTAL S & S S.A.C.. "ITS de Reemplazo, Reubicación y/o Instalación de Equipos de Proceso y de Componentes Auxiliares de la Planta de Harina y Aceite de Pescado de Alto Contenido Proteínico de 190 t/h de Capacidad Ubicada en el Distrito de Supe-Barranca, Lima-IGA0004916", R.D. N° 002-2019-PRODUCE/DGAAMPA, 2020</p> <p>Publicación</p>	<1 %
23	<p>aprenderly.com</p> <p>Fuente de Internet</p>	<1 %
24	<p>www.aquahoy.com</p> <p>Fuente de Internet</p>	<1 %
25	<p>INERCO CONSULTORIA PERU S.A.C.. "ITS del Proyecto Mejoramiento de la Planta de Tratamiento Terciario, Implementación de Almacén de Productos Químicos de Limpieza, Ampliación de Almacén de Residuos Peligros, Sistema de Protección de Sólidos de Drenaje de Línea 1 y 2, Ampliación de Capacidad de Molienda de Maíz entre Otros-IGA0017174", R.D. N° 00379-2021-PRODUCE/DGAAMI , 2022</p> <p>Publicación</p>	<1 %
26	<p>avibert.blogspot.com</p> <p>Fuente de Internet</p>	<1 %
27	<p>repositori.urv.cat</p> <p>Fuente de Internet</p>	<1 %

28	noesis.uis.edu.co Fuente de Internet	<1 %
29	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	INERCO CONSULTORIA PERU S.A.C.. "ITS del Proyecto Implementación de Tanques de Neutralización y Cambio de Matriz Energética-IGA0019260", R.D. N° 787-2019-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2022 Publicación	<1 %
31	cedepesca.org.ar Fuente de Internet	<1 %
32	opac.pucv.cl Fuente de Internet	<1 %
33	repositorio.unesum.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
34	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
35	www.upov.int Fuente de Internet	<1 %
36	C. O. García-Sifuentes, R. Pacheco-Aguilar, S. Valdez-Hurtado, E. Márquez-Rios, M. E. Lugo-Sánchez, J. M. Ezquerro-Brauer. "Impacto del agua de cola de la industria pesquera: tratamientos y usos Impact of stickwater	<1 %

produced by the fishery industry: treatment
and uses", CyTA - Journal of Food, 2009

Publicación

37	baixardoc.com Fuente de Internet	<1 %
38	doku.pub Fuente de Internet	<1 %
39	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
40	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
41	sisbib.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
42	www.pbase.com Fuente de Internet	<1 %
43	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
44	biblioteca.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
45	catalonica.bnc.cat Fuente de Internet	<1 %
46	ciatbiblioteca.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
47	emarketservices.icex.es Fuente de Internet	<1 %

48	estrucplan.com.ar Fuente de Internet	<1 %
49	patents.google.com Fuente de Internet	<1 %
50	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1 %
51	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1 %
52	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

