

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



**“Diseño Y Fabricación De Un Secador Rotadisk De 8 tn/h Para La
Empresa Océano Industrial Sapi Cv - México”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA**

AUTORES:

Bach. Manrique Paredes, Willy Jayner

ASESOR:

Mg. Guevara Chinchayán, Robert Fabián

Código ORCID: 0000-0002-3579-3771

Nuevo Chimbote – Perú

2024

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA**



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA

CONFORMIDAD DEL ASESOR

El presente trabajo de suficiencia Profesional ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando en cuadrado dentro de las áreas y líneas de investigación conforme al reglamento general para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa de acuerdo a la denominación siguiente:

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA**

**“DISEÑO Y FABRICACION DE UN SECADOR ROTADISK DE 8 TN/II
PARA LA EMPRESA OCEANO INDUSTRIAL SAPI CV-MEXICO”**

AUTOR : MANRIQUE PAREDES WILLY JAYNER

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

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



CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

El presente Jurado Evaluador da la conformidad del presente informe, desarrollado en cumplimiento del objetivo propuesto y presentado con forme al Reglamento General para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, titulado:

**“DISEÑO Y FABRICACION DE UN SECADOR ROTADISK DE 8 TN/H
PARA LA EMPRESA OCEANO INDUSTRIAL SAPI CV-MEXICO”**

AUTORES: MANRIQUE PAREDES WILLY JAYNER

Revisado y evaluado por el siguiente Jurado Evaluador:

Dr. Joel Herrada Villanueva

PRESIDENTE

DNI: 17870920

Código ORCID: 0000-0002-8791-8994

Mg. Carlos Macedonio Montañez
Montenegro

SECRETARIO

DNI: 42451038

Código ORCID: 0000-0002-4734

Mg. Robert Fabian Guevara
Chinchayan

INTEGRANTE

DNI: 32788460

Código ORCID: 0000-0002-3579-3771

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

El día jueves 11 del mes de julio del año dos mil veinticuatro, siendo las 11:00 a.m. en el Aula E-3 de la Escuela Profesional de Ingeniería en Energía, en cumplimiento al Art. 68 del Reglamento General de Grados y Títulos, aprobado con Resolución N°337-2024-CU-R-UNS de fecha 12.04.24, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución N° 270-2024-UNS-CFI de fecha 24.05.24, integrado por los siguientes docentes:

- Dr. Joel Herrada Villanueva : Presidente
- Mg. Carlos Macedonio Montañez Montenegro : Secretario
- Mg. Robert Fabián Guevara Chinchayán : Integrante

Y según la Resolución Decanal N°378-2024-UNS-FI de fecha 02.07.24., se DECLARA EXPEDITO al bachiller para dar inicio a la sustentación y evaluación de la Tesis, titulada: "DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN SECADOR ROTADISK DE 8 TN/H PARA LA EMPRESA OCEANO INDUSTRIAL SAPI CV - MÉXICO", perteneciente al bachiller: MANRIQUE PAREDES WILLY JAYNER, con código de matrícula N° 0200811031, teniendo como asesor al docente Mg. Robert Fabián Guevara Chinchayán, según Resolución Decanal N° 432-2023-UNS-FI de fecha 23.06.23.

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 73° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, declara:

BACHILLER.	PROMEDIO	PONDERACIÓN
MANRIQUE PAREDES WILLY JAYNER	DIECISIETE (17)	Bueno

Siendo las 11:40 a.m. del mismo día, se da por terminado el acto de sustentación, firmando los integrantes del jurado en señal de conformidad.


Dr. Joel Herrada Villanueva
PRESIDENTE


Mg. Carlos Macedonio Montañez Montenegro
SECRETARIO


Mg. Robert Fabián Guevara Chinchayán
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:	RS / ASESORES +51 979 997 788
Título del ejercicio:	SIN REPOSITORIO
Título de la entrega:	Trabajo de suficiencia profesional tesis Manrique..pdf
Nombre del archivo:	Trabajo_de_suficiencia_profesional_tesis_Manrique..pdf
Tamaño del archivo:	881.59K
Total páginas:	44
Total de palabras:	9,881
Total de caracteres:	52,379
Fecha de entrega:	07-may.-2024 12:35a. m. (UTC+0700)
Identificador de la entre...	2372090815

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



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA

"DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN SET ADOROTADORA DE KWH
PARA LA EMPRESA C.A. MO INDUSTRIAL SAPIFY - MÉRIDA"

AUTOR:

BACHILLER: MANRIQUE PAREDES WILLY JAVIER

ASESOR:

Mg. ROBERT FARIÁN GUEVARA CHINCHAYÁN

Nuevo Chumbabito, Perú
2024

Derechos de autor 2024 Turnitin. Todos los derechos reservados.

Trabajo de suficiencia profesional

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

cybertesis.uni.edu.pe

Fuente de Internet

7%

2

repositorio.unjfsc.edu.pe

Fuente de Internet

3%

3

segemind.com

Fuente de Internet

3%

4

repositorio.uns.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

docplayer.es

Fuente de Internet

1%

6

www.coursehero.com

Fuente de Internet

1%

7

purl.org

Fuente de Internet

1%

8

1library.co

Fuente de Internet

1%

9

www.ptolomeo.unam.mx:8080

Fuente de Internet

<1%

INDICE

RESUMEN.....	8
ABSTRACT.....	9
I. PRESENTACIÓN TEMA ESPECIFICO TRATADO.....	10
II. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.....	10
2.1 PREFACIO.....	10
2.2 INFORMACIÓN SOBRE LA COMPAÑÍA.....	10
2.2.1 DATOS DE LA EMPRESA.....	10
2.2.2 UBICACIÓN.....	10
2.2.3 RESEÑA HISTORICA.....	11
2.3 ESTRUCTURA DE LA EMPRESA.....	12
2.3.1 OBJETIVO DE LA EMPRESA.....	12
2.3.2 VISION DE LA EMPRESA.....	12
2.3.3 PRINCIPIOS DE LA EMPRESA.....	12
2.4 POLITICA DE LA EMPRESA.....	12
2.4.1 POLITICA DE CALIDAD.....	12
2.4.2 POLÍTICA REFERENTE A SEGURIDAD.....	13
2.5 AREA, CARGO Y FUNCIONES DESEMPEÑADAS.....	14
2.5.1 AREA – CARGO.....	14
2.5.2 FUNCIONES DESEMPEÑADAS.....	14
III. RELEVANCIA EN EL DESARROLLO DE LA CARRERA PROFESIONAL.....	15
IV. OBJETIVOS PLANTEADOS Y LOGRADOS.....	155
V. BASE TEÓRICA DEL TEMA TRATADO.....	166
VI. ESTRUCTURACIÓN DE LOGROS OBTENIDOS.....	40
VII. COLOCACIÓN DE LAS EXPERIENCIAS DENTRO DEL MARCO TEÓRICO.....	41
VIII. CONTRIBUCIONES ALCANZADAS PARA EL DESARROLLO EN EL CENTRO DE TRABAJO.....	42
IX. APORTES PARA LA FORMACIÓN PROFESIONAL.....	46
X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	466
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	47
XII. ANEXOS.....	50

RESUMEN

El diseño de un secador Rotadisk implica la creación de un equipo especializado para el secado de materiales en polvo, granulados o pastas. Este secador consiste en un tambor rotatorio calentado que permite una distribución uniforme del material a secar sobre su superficie, maximizando la eficiencia del proceso. El proceso de diseño incluye la comprensión de los requisitos del cliente, la creación de un diseño conceptual y detallado, la fabricación de componentes de alta calidad, el ensamblaje cuidadoso, pruebas exhaustivas para garantizar el correcto funcionamiento y la entrega e instalación en la ubicación deseada del cliente. Un equipo multidisciplinario de ingenieros mecánicos, eléctricos y de control, junto con personal especializado en fabricación y ensamblaje, colabora en todo el proceso para asegurar la calidad y eficiencia del secador Rotadisk.

El secador Rotadisk es una pieza fundamental en la producción de harina de pescado, un proceso esencial en la industria pesquera y alimentaria. Este equipo ofrece una solución eficiente para secar la harina de pescado, un producto que requiere un proceso de secado delicado y controlado para preservar su calidad y propiedades nutricionales.

El diseño del secador Rotadisk de 8 ton/h se centra en la creación de un tambor rotatorio calentado, que permite una distribución uniforme del material sobre su superficie de calentamiento de 246.8 m². Esto asegura que la harina de pescado se seque de manera uniforme y eficiente desde 54% a 8% de humedad de salida, evitando la sobreexposición al calor que podría comprometer su calidad.

Aspectos clave del diseño incluyen la selección de materiales resistentes a la corrosión debido a la naturaleza salina de la harina de pescado, la implementación de un sistema de control preciso para regular la temperatura y la velocidad de rotación, y la incorporación de medidas de seguridad para garantizar un funcionamiento seguro del equipo.

En resumen, el secador Rotadisk para harina de pescado ofrece una solución confiable y eficiente para el proceso de secado en la producción de harina de pescado.

PALABRAS CLAVES: Secador Rotadisk, diseño y fabricación, capacidad de secado, secado industrial, proceso de secado, eficiencia energética, control de temperatura, materiales de construcción, optimización del proceso, empresa océano industrial-México, tecnología de secado, producto final.

ABSTRACT

The design of a Rotadisk dryer involves the creation of specialized equipment for drying powder, granular or paste materials. This dryer consists of a heated rotating drum that allows uniform distribution of the material to be dried over its surface, maximizing the efficiency of the process. The design process includes understanding the customer's requirements, creating a conceptual and detailed design, manufacturing high-quality components, careful assembly, extensive testing to ensure proper operation, and delivery and installation at the desired location. the client's. A multidisciplinary team of mechanical, electrical and control engineers, along with specialized manufacturing and assembly personnel, collaborate throughout the process to ensure the quality and efficiency of the Rotadisk dryer.

The Rotadisk dryer is a fundamental piece in the production of fishmeal, an essential process in the fishing and food industry. This equipment offers an efficient solution for drying fish meal, a product that requires a delicate and controlled drying process to preserve its quality and nutritional properties.

The design of the 8 ton/h Rotadisk dryer focuses on the creation of a heated rotating drum, which allows uniform distribution of material over its 246.8 m² heating surface. This ensures that the fishmeal is dried evenly and efficiently from 54% to 8% output moisture, avoiding overexposure to heat that could compromise its quality.

Key aspects of the design include the selection of corrosion-resistant materials due to the saline nature of fishmeal, the implementation of a precise control system to regulate temperature and rotation speed, and the incorporation of safety measures to ensure safe operation of the equipment.

In summary, the Rotadisk fishmeal dryer offers a reliable and efficient solution for the drying process in fishmeal production.

KEYWORDS: Rotadisk dryer, design and manufacture, drying capacity, industrial drying, drying process, energy efficiency, temperature control, construction materials, process optimization, ocean industrial company - Mexico, drying technology, final product.

I. PRESENTACIÓN TEMA ESPECIFICO TRATADO

El enfoque temático se centra en diseño y fabricación de un secador rotadisk de 8Tn/h para la empresa Océano Industrial SAPI CV-México, aplicado en la industria pesquera. Su proceso de desarrollo de diseño y fabricación se llevó a cabo en el taller de la empresa.

SEGEMIND SAC, ha establecido el procedimiento y la secuencia de actividades, así como el plan de calidad y las directrices necesarias para registrar y supervisar las actividades relacionadas con el proyecto, asegurando el cumplimiento de las especificaciones técnicas del cliente

II. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

2.1 PREFACIO

Este informe de suficiencia se centra en mi experiencia profesional en SEGEMIND SAC como ingeniero de proyectos, con el fin de obtener el título de ingeniero en Energía y demostrar los conocimientos adquiridos durante mi formación en la escuela de Ingeniería en Energía. Durante mi tiempo en la empresa, pude aplicar estos conocimientos para lograr mejoras en los diseños a fabricar. (SEGEMIND, 2008)

2.2 INFORMACIÓN SOBRE LA COMPAÑÍA

2.2.1 DATOS DE LA EMPRESA SEGEMIND SAC

2.2.2 UBICACIÓN

La empresa Segemind SAC se encuentra localizado en Av. Victor Raul haya de la torre N° 2446 Pj Miraflores I etapa



Figura 1: Ubicación geográfica de la empresa

Fuente: Google Maps.

2.2.3 RESEÑA HISTORICA

Nuestra compañía inició sus operaciones en 2008, enfocándose inicialmente en el sector pesquero. Con el paso del tiempo, se ampliaron las oportunidades de negocio en mercados como el agroindustrial, minero y siderúrgico. (SEGEMIND, 2008)

En el año 2009 se iniciaron las operaciones con los principales equipos de maquinado, como el torno, el cepillo y el taladro. Posteriormente, en los años siguientes, se adquirieron equipos de habilitado adicionales, como guillotinas, plegadoras, mandrinadoras, roladoras y un torno de 1,2 x 9 m de longitud. (SEGEMIND, 2008)

Actualmente disponemos de una infraestructura completamente equipada con maquinaria y herramientas de primera calidad, además de contar con un puente grúa, una grúa telescópica y camiones grúas.

Debido a la confianza que nuestros clientes han depositado en nosotros a lo largo de los años, SEGEMIND SAC se ha consolidado como una empresa sólida y confiable. Esto se refleja en nuestra Homologación SGS, la cual garantiza la calidad de nuestro servicio.

2.3 ESTRUCTURA DE LA EMPRESA

2.3.1 OBJETIVO DE LA EMPRESA

Nuestro objetivo es exceder las expectativas y ser un factor clave en el éxito de nuestros clientes en diversos sectores productivos. Nos enfocamos en desarrollar proyectos integrales de ingeniería con altos estándares de calidad, lo que nos permite generar rentabilidad y confianza en ellos. (SEGEMIND, 2008)

2.3.2 VISION DE LA EMPRESA

Obtener el reconocimiento como la compañía de ingeniería más confiable en el Perú

2.3.3 PRINCIPIOS DE LA EMPRESA

- ✓ Lealtad
- ✓ Compromiso
- ✓ Puntualidad
- ✓ Velar por la calidad y seguridad y salud ocupacional
- ✓ Responsabilidad con el cliente

2.4 POLITICA DE LA EMPRESA

2.4.1 POLITICA DE CALIDAD

Nuestra compañía, se especializa en la creación de Proyectos Integrales de Ingeniería a través del diseño, fabricación y montaje de equipos y estructuras (mecánicas, eléctricas y civiles). Además, ofrecemos servicios de mantenimiento para garantizar su óptimo funcionamiento. Nos encontramos en camino de convertirnos en una empresa destacada en el norte del país en los sectores pesquero, agroindustrial y siderúrgico, y tenemos como objetivo expandirnos hacia nuevos mercados. (SEGEMIND, 2008)

Como parte de nuestra política de calidad, nos enfocamos en nuestros clientes, comprometiéndonos a lo siguiente:

- ✓ Evaluar la satisfacción y analizar las expectativas de calidad de nuestros clientes.
- ✓ Proporcionar productos y servicios que cumplan con las especificaciones y requisitos de nuestros clientes.
- ✓ Capacitar a nuestros colaboradores para garantizar un trabajo eficiente.
- ✓ Resolver de manera oportuna los trabajos de emergencia solicitados por nuestros clientes.

- ✓ Seleccionar y evaluar a nuestros proveedores como socios estratégicos para alcanzar nuestros objetivos, manteniendo un vínculo de trabajo constante.

Gracias al cumplimiento de este compromiso y al respaldo de nuestros colaboradores, lograremos constantemente mejorar nuestros servicios y el Sistema Integrado de Gestión.

2.4.2 POLÍTICA REFERENTE A SEGURIDAD

Nuestra empresa, se especializa en el desarrollo de Proyectos Integrales de Ingeniería. Nos dedicamos al diseño, fabricación y montaje de equipos y estructuras en las áreas mecánica, eléctrica y civil. Además, ofrecemos servicios de mantenimiento para garantizar el óptimo funcionamiento de los mismos. Nuestro objetivo es convertirnos en una empresa líder en el rubro pesquero, agroindustrial y siderúrgico en el norte del país, y también estamos buscando expandirnos a nuevos mercados. (SEGEMIND, 2008)

A través de nuestra política de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente, reafirmamos nuestro compromiso en:

- ✓ Llevar a cabo nuestras actividades de forma segura para proteger la integridad física de nuestros colaboradores, clientes, proveedores y visitantes, asegurando la prevención de lesiones, enfermedades y incidentes laborales.
- ✓ Cumplir con los requisitos legales actuales en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- ✓ Identificar los peligros y riesgos presentes en las actividades de la empresa que afectan la Seguridad y Salud en el Trabajo, con el objetivo de eliminarlos o reducirlos a través de medidas de control.
- ✓ Fomentar la participación de nuestros colaboradores a través de programas de capacitación, entrenamiento y sensibilización para aumentar su conciencia sobre el medio ambiente, la salud y la seguridad industrial.
- ✓ Realizar la Identificación de Aspectos Ambientales y Evaluación de Impactos Ambientales para aplicar medidas de control que reduzcan los impactos significativos.
- ✓ Mejorar constantemente el desempeño del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo e integrarlo con otras actividades y sistemas de la empresa

2.5 AREA, CARGO Y FUNCIONES DESEMPEÑADAS

2.5.1 AREA – CARGO

Área de proyectos desempeñándome como ingeniero de proyectos llevando a cabo el diseño y ejecución del proyecto “DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN SECADOR ROTADISK DE 8 TON PARA LA EMPRESA OCEANO INDUSTRIAL SAPI CV – MEXICO”.

2.5.2 FUNCIONES DESEMPEÑADAS

- ✓ Realiza y hace entrega de planos de servicio fabricación a las diferentes ordenes de servicio.
- ✓ Revisa los planos del cliente, planos de taller, para definir los procesos de fabricación.
- ✓ Realizar el metrado en obra para el consolidado de recursos materiales.
- ✓ Revisar y validar la consistencia de la información de los planos generados por los cadistas.
- ✓ Supervisar que se realicen los metrados de manera correcta.
- ✓ Plasmar las ideas y requerimientos de los clientes en planos.
- ✓ Apoyar en la elaboración de costos y presupuestos (fabricación, reparación, mantenimiento de componentes estructurales).
- ✓ Diseño de máquinas y estructuras metálicas.
- ✓ Elaboración de manuales de mantenimiento y operación en equipos.
- ✓ Levantamiento de información en campo y toma de medidas
- ✓ Mantener actualizada la carpeta de PLANOTECA según codificación de los planos emitidos.
- ✓ Participar en las actividades de capacitación, simulacros y todo lo relacionado a la Seguridad y Salud en el Trabajo.
- ✓ Establecer comunicación fluida por medio del correo proporcionado por la empresa.

- ✓ Cumplir con las políticas y reglamentos internos de la empresa.
- ✓ Otras funciones inherentes a su cargo.

III. RELEVANCIA EN EL DESARROLLO DE LA CARRERA PROFESIONAL

Durante la ejecución del proyecto de diseño y producción de un secador Rotadisk, se enriquecerá la trayectoria profesional al resolver desafíos concretos en el sector pesquero al mejorar y optimizar el secador Rotadisk de de 8Tn/h.

Asimismo, este informe de titulación por experiencia profesional pone a disposición los procedimientos, materiales y técnicas eficientes para el diseño y construcción del secador Rotadisk. En consecuencia, este proyecto posibilita la comprensión y el análisis de las repercusiones de la energía térmica en situaciones como la fabricación industrial de harina de pescado y la mejora de dicho procedimiento. Por ende, el presente proyecto guía y especializa al ingeniero en energía a tener bases técnicas debido al manejo de fuentes energéticas eficientes, transferencia de calor, propiedades del material a secar, optimización del flujo de aire caliente para garantizar una distribución uniforme de calor sobre el material a secar, sistemas de automatización y control avanzados por medio de parámetros, finalmente la eficiencia energética y las normativas industriales de la empresa.

IV. OBJETIVOS PLANTEADOS Y LOGRADOS

Diseñar y fabricar un modelo optimizado del secador Rotadisk para la industria pesquera.

4.1 Objetivos específicos:

- . Identificar los requerimientos térmicos asociados al diseño y operación del secador Rotadisk para la industria pesquera.
- . Realizar un análisis de eficiencia y consumo energético en condiciones reales.
- . Determinar la rentabilidad y costos del consumo energético del diseño del secador Rotadisk como también el retorno de inversión (ROI).
- . Proponer un plan de optimización de procesos térmicos para la mejora del sistema térmico y reducción de costos operativos.

V. BASE TEÓRICA DEL TEMA TRATADO

5.1 PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA HARINA DE PESCADO

El procedimiento de secado implica la eliminación de la humedad del decantador y los solutos concentrados, que previamente han sido mezclados y homogeneizados, desde un nivel de humedad del 45-60% hasta un nivel de humedad del polvo del 6-10%. De esta manera, el producto final adquiere resistencia frente a posibles cambios enzimáticos y microbianos, lo que permite su almacenamiento a largo plazo en condiciones ambientales sin una pérdida significativa de sus propiedades organolépticas y nutricionales. Además, el proceso de deshidratación reduce el peso del producto, lo cual brinda ventajas en términos de procesamiento y transporte (Chonta, 2022)

5.2 TEORÍA DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN

El proceso de secado de sólidos implica la separación de pequeñas cantidades de agua u otro líquido de un material sólido mediante el contacto con un gas caliente, con el objetivo de disminuir el contenido de líquido residual hasta un nivel aceptablemente bajo.

El contenido de líquido en un material seco puede variar de un producto a otro. A veces, un producto que no contiene líquido se denomina completamente seco, pero lo más común es que el producto contenga cierta cantidad de líquido.

El secado implica una reducción en el contenido de líquido dentro de un sólido (Obando, L. & Vega. E., 2019)

Para lograr la separación del agua de los sólidos en las tortas, es necesario vencer las fuerzas entre las moléculas de agua del sustrato no acuoso y las demás moléculas de agua presentes. Por esta razón, se ha determinado que el secado de las tortas debe llevarse a cabo:

- ✓ Suministrar la cantidad necesaria de energía para vencer dichas fuerzas.
- ✓ Proporcionar la energía suficiente para eliminar el vapor de agua.

La operación se lleva a cabo a la temperatura de saturación del agua en el sistema, lo que da lugar a dos fenómenos que controlan el proceso de secado: la transferencia de calor entre el medio calefactor y el producto a secar, y la transferencia de masa entre el producto y el medio que rodea a la partícula. Estas acciones ocurren de manera simultánea. (Manrique, 2008)

A. PERIODOS DE DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN

Se realizan pruebas de velocidad de secado con el fin de determinar el tiempo ideal de secado (T, P y Humedad constantes).

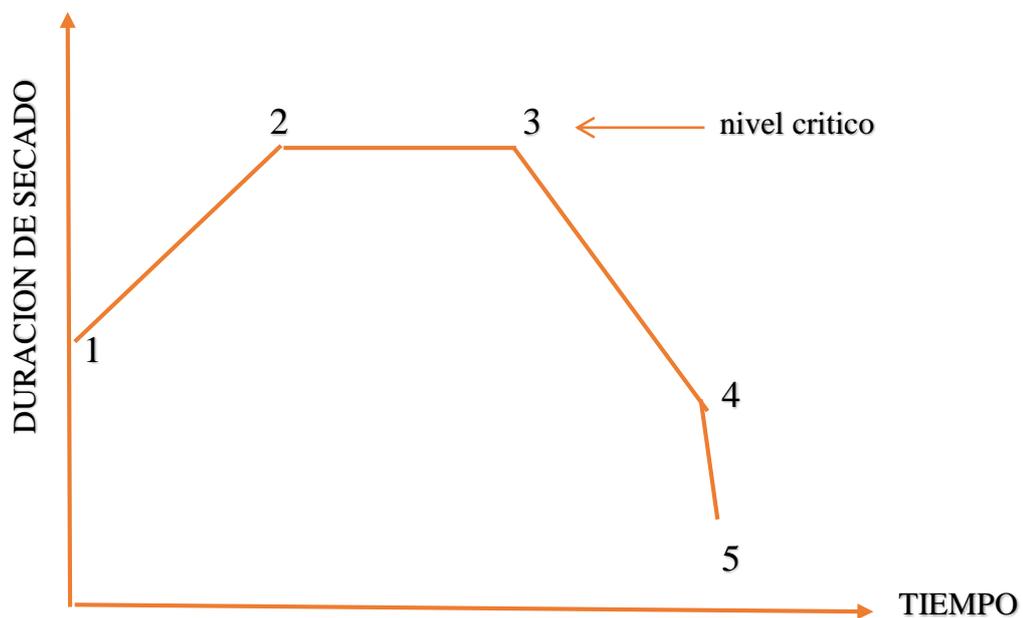


Figura 2: Tiempo de secado

Fuente: Elaboración propia.

- 1-2: Inicio
- 2-3: periodo constante
- 1-3: Evaporación
- 3-4: Etapa post- crítica
- 4-5: Indefinido
- 3-5: caída de velocidad

5.3 ELEMENTOS QUE INFLUYEN EN EL PROCESO DE SECADO

Secar un producto puede parecer una tarea sencilla a simple vista, pero llevar a cabo una operación exitosa es mucho más complicado de lo que parece. Los resultados de esta acción tendrán un impacto significativo en la calidad de la harina.

Existen varios elementos que influyen en el proceso de secado, entre los cuales se pueden destacar los siguientes:

- ✓ Características de las partículas que se van a secar.
- ✓ Agitación tanto del material como del medio secante.
- ✓ Cambio en la composición del producto debido a la adición de concentrado de agua de cola.
- ✓ Gradiente de temperatura y forma de transmisión de calor.
- ✓ Contenido de lípidos presente en el material a secar.
- ✓ Volumen de carga, así como el flujo de aire y gases de combustión (en caso de que los haya).
- ✓ Tiempo de duración del proceso de secado.

Las partículas que se van a secar deben tener un tamaño uniforme para lograr un secado homogéneo y una dimensión que permita la difusión y evaporación del agua sin dañarlas térmicamente. Los secadores rotadiscos son ideales para asegurar un secado final de calidad. En caso contrario, las partículas pequeñas se secarán más rápido que las grandes, resultando en un mayor contenido de agua en estas últimas. (Manrique, 2008)

5.4 IMPACTO DE LAS CONDICIONES DE SECADO EN LA CALIDAD DE HARINA DE PESCADO

La calidad de la harina producida depende en gran medida de la frescura de la materia prima utilizada en el proceso. En el caso de la harina de pescado, los puntos críticos de control son las etapas de cocción y secado, las cuales deben mantener una temperatura límite de $< 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $\leq 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ respectivamente. Estos límites de temperatura, junto con

las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y un Sistema de Gestión de Calidad, garantizan la total inocuidad de la harina de pescado. (Astocondor, 2021)

5.5 SECADORES INDUSTRIALES

son empleados para el procesamiento eficiente de grandes volúmenes de materiales a granel que requieren niveles bajos de humedad. Dependiendo de la cantidad y la composición del material a secar. (Wikipedia, 2023)

Un secador de tipo industrial se emplea en la producción y procesamiento de materiales para eliminar la humedad y disminuir la cantidad de agua presente en los mismos. (QUE ES?, 2022)

Los secadores industriales son creados teniendo en cuenta las necesidades o especificaciones que se requieran. Estos pueden variar en su forma y componentes, dependiendo del estado en el que se encuentre el producto a secar y del método de transmisión de calor utilizado. (Martinez, 2019)

Los secadores son empleados para disminuir el contenido de lodo a un nivel de sólidos del 90 %. Además, se utilizan para secar los sólidos hasta alcanzar una concentración del 40 - 45 %. A esta concentración, los sólidos pueden ser incinerados o aplicados. (EDAR, 2018)

a. PROCESO DE SECADO DIRECTO

Los secadores directos se caracterizan por tener una fuente de calor que está en contacto directo con los sólidos. Utilizan gases calientes que entran en contacto con el sólido húmedo, transmitiéndole calor principalmente por convección y arrastrando los vapores producidos fuera del secador.

Los gases calientes pueden ser aire calentado por vapor de agua, productos de la combustión, gases inertes, vapor recalentado o aire calentado por radiación solar. (Fito P. A., 2001)

En este tipo de secadores, el consumo de combustible es mayor cuanto menor es el contenido de humedad residual del producto. Pueden ser continuos o intermitentes, siendo los primeros más económicos y los segundos utilizados para bajas capacidades de producción y para el tratamiento de productos que requieren manipulación especial. (Fito P. A., 2001)

b. PROCESO DE SECADO INDIRECTO

Los secadores indirectos suministran calor al secador sin entrar en contacto con el lodo. La transferencia de calor se realiza a través de canales de mezcla. Estos secadores se caracterizan por transmitir calor al material húmedo mediante conducción a través de una pared, generalmente metálica. La fuente de calor puede ser vapor condensado, agua caliente, aceites térmicos, gases de combustión o resistencia eléctrica. Los secadores indirectos permiten la recuperación del disolvente y son adecuados para la desecación a presiones reducidas y en atmósferas inertes. Esto los hace recomendables para deshidratar productos termolábiles y fácilmente oxidables. Además, se pueden utilizar métodos de agitación para garantizar una mejor transferencia de calor y eliminar los gradientes de humedad en el producto. Al igual que los secadores directos, pueden funcionar de forma continua o permanente. (Fito P. A., 2001)

5.6 TIPOS DE SECADORES

5.6.1 SECADORES INDIRECTOS ROTATUBOS

El secador indirecto de rotatubos se utiliza para deshidratar la mezcla de torta de prensa y concentrado soluble en la producción de harina y aceite de pescado. Consiste en un cilindro de doble pared con haces de tubos en su interior que giran junto al cuerpo. Tanto los tubos como el cuerpo del secador reciben vapor de la caldera. Gracias a su diseño con tubos montados en bancos o paquetes, su mantenimiento es sencillo. (CONMETAL, 2017)

5.6.2 SECADORES DE AIRE CALIENTE INDIRECTOS

Se trata de un cilindro giratorio que contiene aletas en su interior para el avance de la harina. El aire utilizado para secar la harina se calienta en un intercambiador de calor que puede utilizar aceite térmico o gas caliente. El aceite térmico se calienta en un caldero hasta alcanzar una temperatura de 350°C, luego transfiere su calor al aire en el intercambiador y vuelve al caldero a una temperatura de 290°C. El aire de secado se calienta de 250 a 270°C. (Manrique, 2008)

5.6.3 SECADORES ROTADISCOS

Los secadores rotadisco son perfectos para el manejo de productos extremadamente viscosos. Utilizados en la producción de concentrado de molibdeno, harina de pescado y lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales, entre otros, los secadores rotadisco proporcionan una amplia superficie de secado para productos altamente viscosos. (ENERCOM, 2019)

El secador de discos continuo es un sistema de deshidratación que se basa en el contacto entre la superficie caliente de los discos y el material a secar. El rotor está formado por una serie de discos instalados en un eje horizontal. Estos discos se calientan internamente gracias al vapor u otro fluido térmico que se inyecta en el eje del rotor y se distribuye por todo el conjunto de discos. (XULETAS, 2016)

5.6.4 SECADORES AL VACÍO

En estos equipos, la torta de prensa y el concentrado de agua de cola se secan de forma continua bajo condiciones de vacío, es decir, a temperaturas por debajo de los 100°C. Esto se hace especialmente para preservar las proteínas y vitaminas, y así obtener harinas de alta calidad. Estos secadores funcionan con vapor vivo o aire caliente y pueden ser del tipo rotadisk adaptados para operar en condiciones de vacío. (Manrique, 2008)

5.7 SECADOR ROTADISK

El objetivo del equipo es secar una mezcla húmeda e inestable de torta de prensa, de manera que se reduzca el contenido de humedad a menos del 10%, nivel que suele ser considerado lo suficientemente bajo como para evitar la presencia de actividad microbiológica. (SEGEMIND, 2008)

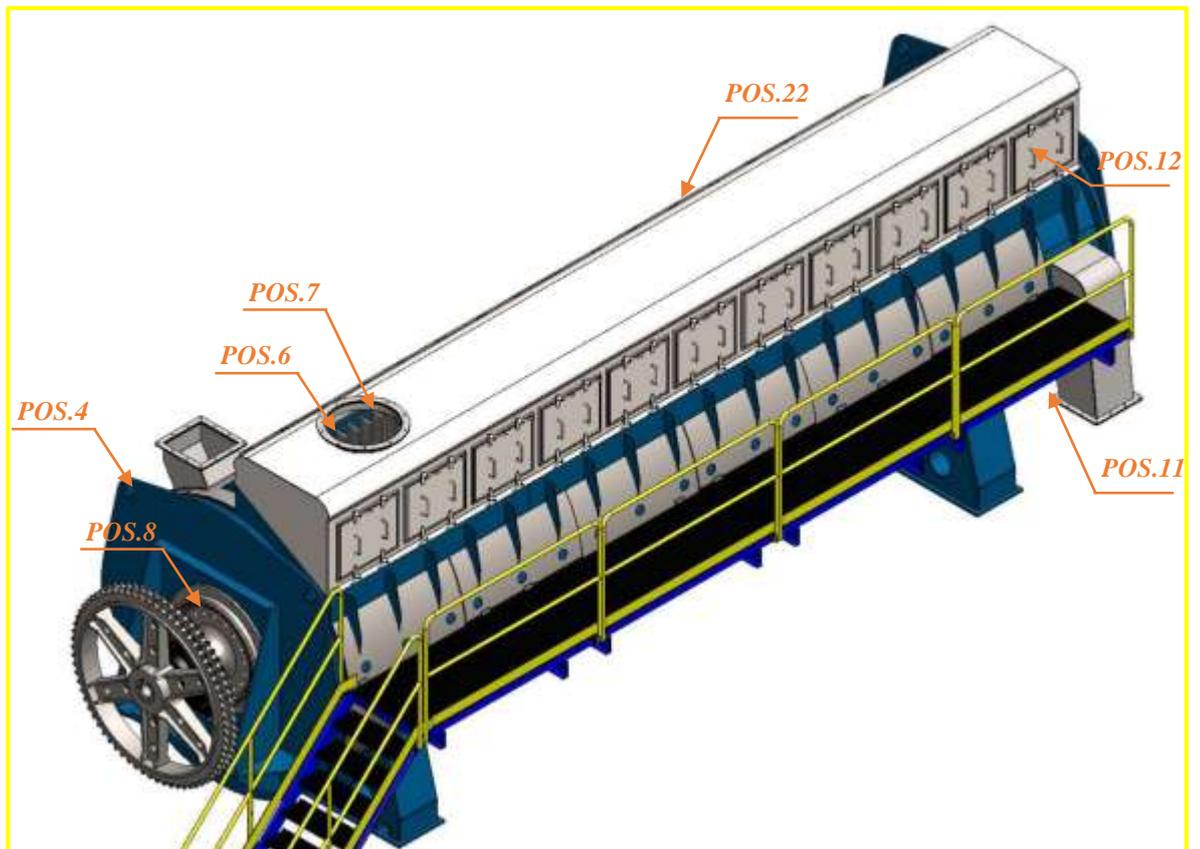
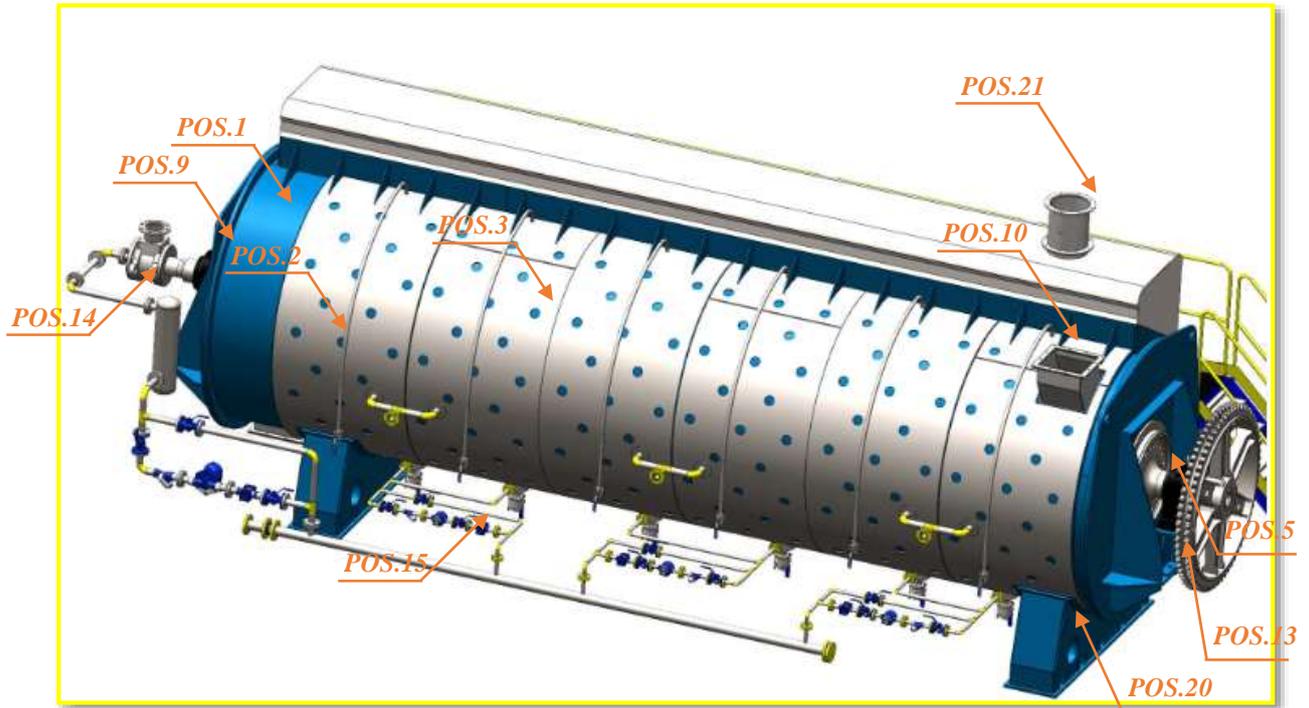
En estos secadores, la torta se agita constantemente debido al giro del rotor, lo que permite que entre en contacto de manera uniforme con las superficies calientes. Los vapores liberados del pastel se acumulan en la cámara de vapor (parte superior de la carcasa) y luego se conducen a baja velocidad a la planta evaporadora. El equipo está equipado con un sistema de control de presión de vapor y regulación de vapores, así como con la evacuación de condensados tanto de la chaqueta como del rotor. (Martinez, 2019).



Figura 3: Secador Rotadisk

Fuente: SEGEMIND SAC

5.7.1 PARTES DEL SECADOR ROTADISK



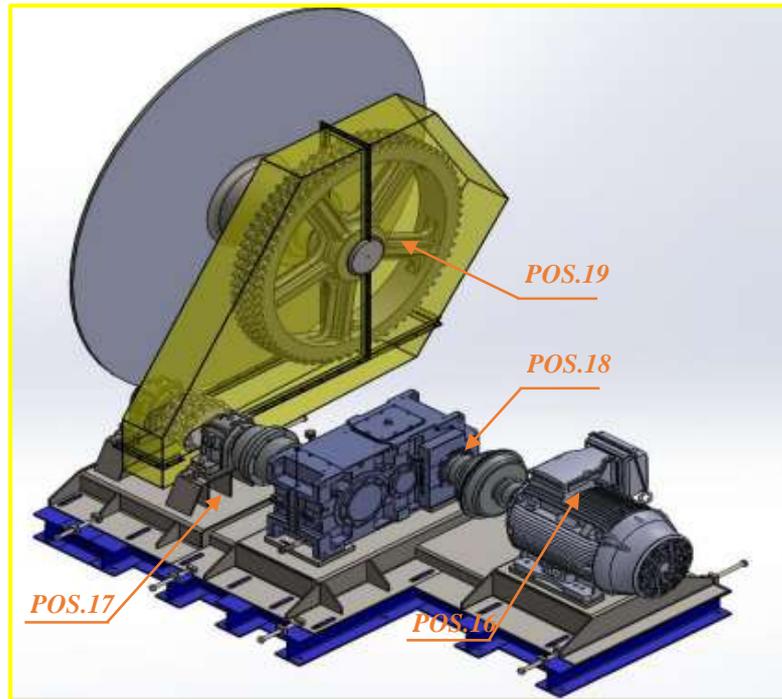


Figura 4,5 y 6: Partes de secador rotadisk

- | | |
|------------------------------------|----------------------------------------------|
| Pos.1 Casco | Pos.13 Registros en tapas laterales |
| Pos.2 Chaqueta | Pos.14 Ingreso vapor rotor y chaqueta |
| Pos.3 Aislamiento térmico | Pos.15 Salida de condensados |
| Pos.4 Tapas laterales | Pos.16 Equipo eléctrico |
| Pos.5 Eje central | Pos.17 Acoples hidráulico y mecánico |
| Pos.6 Discos móviles y fijos | Pos.18 Caja reductora |
| Pos.7 Martillos o peines | Pos.19 Catalina, contra eje, cadena y guarda |
| Pos.8 Eje brida transmisión y cola | Pos.20 Soportes tipo cunetas |
| Pos.9 Chumaceras + accesorios | Pos.21 Dámper |
| Pos.10 Chute de alimentación | Pos.22 Caja de vahos |
| Pos.11 Chute de descarga | |
| Pos.12 Manhole superior | |

Fuente: (SEGEMIND, 2008)

5.7.2 OPERACIÓN DEL SECADOR ROTADISK

La operación de un secador Rotadisk implica varios pasos y consideraciones. El secador Rotadisk es un tipo de secador de tambor rotatorio que se utiliza para secar una variedad de materiales, desde alimentos hasta productos químicos y materiales granulares. Aquí hay un resumen de cómo funciona generalmente:

Alimentación del material: El cake ingresa al secador Rotadisk. Esto puede hacerse manualmente o mediante un sistema de alimentación automatizado, dependiendo de la configuración del secador y del proceso de producción.

Distribución uniforme: El material se distribuye uniformemente dentro del tambor rotatorio. Esto puede lograrse mediante el diseño del tambor y, en algunos casos, mediante el uso de dispositivos de distribución internos.

Calentamiento: El tambor rotatorio gira lentamente mientras se aplica calor desde el exterior. Este calor puede provenir de una variedad de fuentes, como vapor, aire caliente o gases de combustión. El calor se transfiere al material húmedo dentro del tambor, lo que provoca la evaporación del agua.

Evaporación del agua: A medida que el material se mueve a lo largo del tambor y se expone al calor, el agua se evapora gradualmente.

Control de la temperatura y la velocidad: Es crucial mantener un control preciso de la temperatura y la velocidad de rotación del tambor para garantizar un secado uniforme y eficiente del material. Esto puede lograrse instalando un control automático.

Descarga del material seco: Una vez que el material ha alcanzado el nivel de sequedad deseado, se descarga del secador Rotadisk. Esto puede hacerse abriendo una compuerta en la parte inferior del tambor o mediante otro mecanismo de descarga, dependiendo del diseño específico del secador.

Proceso de enfriamiento (si es necesario): En algunos casos, especialmente cuando se manejan materiales sensibles al calor, puede ser necesario un proceso de enfriamiento posterior para evitar daños al producto final. Esto puede lograrse mediante la introducción de aire fresco o mediante un enfriador adicional después de la descarga del material del secador.

Es importante tener en cuenta que los detalles exactos del proceso pueden variar según el diseño y la aplicación específicos del secador Rotadisk. Además, es fundamental seguir todas las instrucciones de seguridad y mantenimiento

proporcionadas por el fabricante para garantizar un funcionamiento seguro y eficiente del equipo.

5.7.3 PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL SECADOR ROTADISK

La calidad final de la harina se ve fuertemente influenciada por esta fase del proceso. El principal objetivo de secar la torta de prensa es disminuir la humedad del material no acuoso a niveles en los que el agua no favorezca el desarrollo de microorganismos. (SAC, 2009)

A continuación, se detallará los parámetros de operación establecidos para la adecuada operación del secado en el secador rotadisk:

- ✓ Inicialmente, es necesario abrir las válvulas de vapor y las válvulas de purga de condensado para eliminar el condensado frío generado por el calentamiento del secador durante unos tres minutos.
- ✓ Después, se ajusta la válvula de vapor a la presión de trabajo, antes de comenzar a introducir el cake en el secador.
- ✓ Una vez que la torta esté adentro de la máquina, el vapor circula por el interior de los discos y los mantiene calientes, de esta manera, al estar en contacto con la masa, esta se va secando.
- ✓ Posteriormente, el pastel se desplaza hacia adelante dentro del proceso de secado gracias a las paletas de avance.
- ✓ Además, los peines tienen la función de eliminar el cake durante el proceso de secado, con el objetivo de hacerlo más eficiente y uniforme. Las compuertas de salida son ajustables y mantienen el nivel del cake en el área correspondiente.
- ✓ Por último, luego de unos 15 minutos, el cake que ha ingresado con un aproximadamente 64% de humedad, sale con $\pm 44\%$ de humedad, para luego ser transferido al secador de rota tubos.

5.8 BALANCE DE ENERGIA

5.8.1 FUNDAMENTOS:

Hasta ahora, se han considerado de forma separada varias formas de energía como el calor Q , el trabajo W y la energía total E , sin intentar relacionarlas entre sí durante un proceso. La primera ley de la termodinámica, también conocida como el principio de conservación de la energía, proporciona una base sólida para estudiar las relaciones entre las diferentes formas de interacción de energía. Según observaciones experimentales, la primera ley de la termodinámica establece que la energía no puede crearse ni destruirse durante un proceso; solo puede cambiar de forma. Por lo tanto, cada cantidad de energía, por pequeña que sea, debe ser justificada durante un proceso.

5.8.2 PROCEDIMIENTO PARA CALCULO DE SECADORES

5.8.2.1 SECADOR ROTADISK

Este secador indirecto conductivo y continuo cuenta con un tubo central que tiene discos móviles y fijos montados en su interior. El vapor se desplaza por el tubo interno y se reparte entre los discos (rotor) y las chaquetas externas que rodean el espacio donde se encuentra la mezcla a secar. Por otro lado, en la parte externa circula la mezcla a secar, la cual es agitada por paletas que facilitan la trituration de la harina y transfieren esta de un disco a otro. (RIOS, 2013)

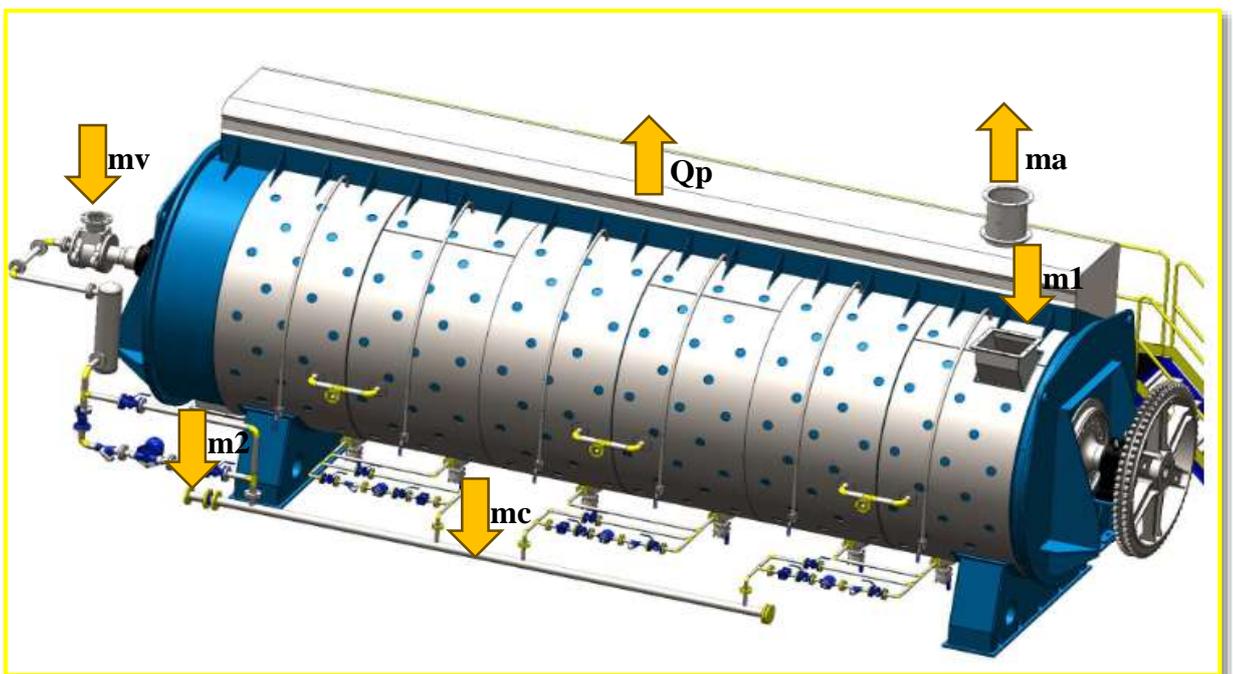


Figura 8: Elaboración propia

5.8.2.2 BALANCE DE MATERIA:

$$m_h = \frac{C}{R} \dots \dots \dots (2)$$

$$m_2 = \frac{m_h * (100 - X_h)}{(100 - X_2)} \dots \dots \dots (3)$$

$$m_{as} = \frac{m_h * (X_2 - X_h)}{(100 - X_2)} \dots \dots \dots (4)$$

$$m_1 = \frac{m_h * (100 - X_h)}{(100 - X_1)} \dots \dots \dots (5)$$

$$m_a = \frac{m_h * (X_2 - X_h) * (100 - X_h)}{(100 - X_1) * (100 - X_2)} \dots \dots \dots (6)$$

Como dato:

C: Tasa de secado (kg/s)

R: índice Pescado/Harina (P/H)

X1: Humedad al inredo

X2: Humedad a la salida

Xh: Humedad correspondiente a la segunda etapa

mh: Flujo de harina a la salida secado de segunda etapa

m1: flujo de cake al ingreso de secador

m2: Masa mix a la salida del secado primera etapa

ma: Masa de evaporación en la primera etapa

mas: flujo de agua evaporada en segunda etapa

5.8.2.3 EQUILIBRIO ENERGÉTICO:

Se obtiene el siguiente balance energético en el sistema de secado:

$$m_1 * h_1 + m_v * h_v = Q + m_a h_a + m_2 * h_2 + m_c h_c \dots \dots (7)$$

Donde:

h1: Entalpia de ingreso a secador

h2: Entalpia de salida de secador

ha: Entalpia de agua evaporada

hc: Entalpia de condensado

hv: Entalpia entrada vapor rotor

mv: Masa de vapor

mc: Masa de condensado

m1: Masa mix al ingreso de secador

m2: Masa mix salida de secador

ma: Masa evaporación en primera etapa

Q: calor perdido de la superficie

5.8.2.4 DATOS DE DISEÑO:

TEMPERATURA DE INGRESO (T1)

Llegan tres productos que se añaden a la harina de pescado para posteriormente ser introducidos en el secador rotadisk para el primer proceso de secado. Estos productos son: la harina con el agregado que proviene de la prensa (cake), el agregado de sólidos generados por la separadora ambiental y el agregado de concentrado. La temperatura promedio de estos tres concentrados es de alrededor de 70° C.

TEMPERATURA DE SALIDA DE MIX (T2)

En términos técnicos, la temperatura en el secador rotadisk debe ser la misma que la del vapor saturado, es decir, 100° C, debido a la presión interna de aproximadamente 1 atmósfera. A pesar de esto, la temperatura T2 en la salida del chute puede variar y ser considerada como 99° C

TEMPERATURA AL INGRESO SECADOR SEGUNDA ETA (T2')

A través de un proceso similar al del secador de rotadisk, los tubos se llenan de vapor caliente y transfieren este calor a la masa de pescado, lo cual permite que se seque lentamente durante aproximadamente 30 minutos en promedio, para luego comenzar a salir. Después, la harina que había ingresado al secador de aire caliente con un porcentaje de humedad del 18% o 15%, está saliendo con un 7% u 8% de humedad. Esta es la última etapa de secado mediante tratamiento térmico y transferencia de calor. Es importante destacar que entre la salida del secador primario y la entrada al secundario puede haber una diferencia de temperatura de hasta 200°C, por lo que se considera que T2 es igual a 80°C.

TEMPERATURA A LA SALIDA SEGUNDA ETAPA SECADO (Th)

La temperatura media del mix en condiciones estándar al salir del secado de segunda etapa es de 60° C.

HUMEDAD DE INGRESO MIX (X1)

La humedad de la combinación de cake de prensa, sólidos de separadoras y concentrado de agua de cola al entrar al secador rotadisk puede oscilar entre el 52% y el 60%. Tomando en cuenta esta información, consideraremos que el valor establecido es del 55% debido a que es el promedio más común.

HUMEDAD DE SALIDA MIX (X2)

A través de múltiples investigaciones llevadas a cabo con secadores rotadisk, se han generado gráficos de evaporación, masa de agua evaporada por unidad de área en función de la humedad de salida, manteniendo constante la humedad de entrada y variando sus valores. En resumen, se demuestra que para cada X1 existe un X2 donde la evaporación alcanza su máximo.

Para un contenido de humedad del 55%, la evaporación máxima se produce aproximadamente al 18% de humedad, lo que significa que cuando el secador rotadisk funciona como primer secado y luego como secador de aire caliente final, la humedad de salida no debe superar el 36%. Esto se debe a que el secador de aire caliente no tiene la capacidad suficiente para secar pasteles con mayor contenido de humedad.

HUMEDAD DE SALIDA EN SECADO SEGUNDA ETAPA (Xh)

La humedad de la harina en el momento del despacho no debería superar el 10%. Durante el almacenamiento y despacho, la humedad puede aumentar hasta un 1%, por lo que al final del secado la humedad debe ser inferior al 9%. Para garantizar un margen, la humedad de la harina "Xh" debe mantenerse en un 8%.

ENTALPIA INGRESO MIX (h1)

El mix está formado por sólidos, grasa y agua, cuyas proporciones al ingresar al secador rotadisk son S1, G1 y X1 respectivamente. En consecuencia, podemos afirmar que las masas y calores específicos del sólido y la grasa se mantienen constantes durante el proceso de secado, lo cual nos lleva a aplicar la siguiente fórmula:

$$m\Delta h = mC_p \times \Delta T \dots\dots\dots(1)$$

(Zorrilla, 2008)

Donde:

m = masa mix (kg)

C_p = Capacidad calorífica específica (kJ/kg °C)

C_{ps} = Capacidad calorífica específica solido (1.34 kJ/kg °C).

C_{pg} = Capacidad calorífica específica grasa (2.6 kJ/kg °C).

C_{pa} = Capacidad calorífica específica agua (4.186 kJ/kg °C).

Δh = Variación de entalpía h_1 , h_2 en kJ/kg.

ΔT = Variación de temperatura T_1 , T_2 en °C

En relación a esto, la entalpía del agua del mix al entrar al secador a una temperatura de 70°C es de 292,98 kJ/kg

ENTALPIA DE SALIDA MIX (h2)

Utilizando la fórmula presentada en la sección previa, es posible determinar el cambio en la entalpía de la harina desde su entrada hasta su salida en el secador. Como resultado, se obtiene que la entalpía del agua en la harina semiseca al salir del secador a 99°C es de 414,824 kJ/kg.

ENTALPIA INGRESO AL SECADOR SEGUNDA ETAPA (h2')

Asimismo, para calcular la variación de entalpía de la harina desde la entrada hasta la salida del secador, se utiliza la fórmula mencionada en la sección previa. Como resultado, se obtiene una entalpía de 335,29 kJ/kg para el agua de la harina semiseca al ingresar al secador de aire a 80°C.

ENTALPIA A LA SALIDA SECADO DE SEGUNDA ETAPA (hh)

Para determinar la variación de entalpía de la harina desde la entrada hasta la salida del secador. Se ha obtenido que la entalpía (hh) del agua del scrap a la salida del secador de aire a 60°C es de 251,57 kJ/kg.

TEMPERATURA DE EVAPORACIÓN (Ta)

La temperatura corresponde al punto de ebullición del agua a la presión atmosférica, por lo tanto, será de 100°C

TEMPERATURA DE INGRESO DE VAPOR (T_v)

Es la temperatura de saturación correspondiente a una presión absoluta de 8,4136 bar. Esto se debe a la máxima presión manométrica de trabajo en las chaquetas y el eje, lo cual resultaría en una temperatura de 172,48°C.

TEMPERATURA A LA SALIDA DE CONDENSADO (T_c)

La temperatura del condensado se refiere a la temperatura de saturación del agua a una presión de 20psig (1,38barg = 2,39bar), que es la presión en la tubería de retorno de condensado en el punto de descarga de las trampas de condensado, según las tablas de vapor. La temperatura del condensado es de $T_c = 126^\circ\text{C}$ (Zorrilla, 2008)

ENTALPIA DE EVAPORACIÓN PRIMERA ETAPA (h_a)

La entalpía de vapor saturado (h_a) es de 2676,1 kJ/kg para una presión de una atmósfera.

ENTALPIA DE INGRESO VAPOR (h_v)

La entalpía del vapor saturado " h_v " a una presión de 7,4barg = 8,4136bar es de 2771,08kJ/kg

ENTALPIA SALIDA CONDENSADO (h_c)

Después de pasar por las trampas de vapor, se calcula el valor de la entalpía " h_c " del condensado, el cual corresponde a la entalpía del líquido saturado en el secador. En este caso, se considera que el proceso en la trampa es isoentálpico, es decir:

$$h_c = 730,08 \text{ kJ/kg}$$

5.8.2.5 CALOR PERDIDO:

Se realizará el cálculo de superficie de calor perdido con y sin aislamiento para encontrar el ahorro de energía.

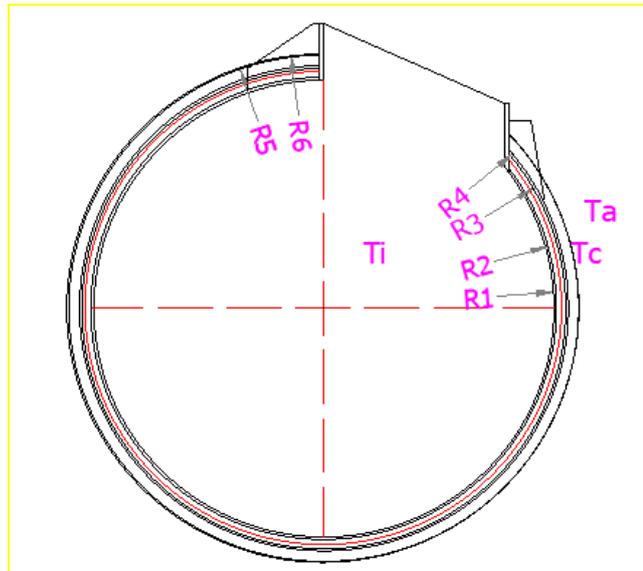


Figura 9: Elaboración propia

5.8.2.5.1 CALOR PERDIDO SIN AISLAMIENTO:

5.8.2.5.1.1 CALOR PERDIDO EN CILINDRO:

Para el cálculo de este ítem se evaluará el área enchaquetada y el área sin chaqueta

$$Q_{sa} = Q_{chsa} + Q_{ssa}$$

$$Q_{chsa} = \frac{T_c - T_o}{\frac{1}{A_{chi} * h_c}} + \frac{\ln(R_4/R_3)}{2 * \pi * K_c * L_{ch}} + \frac{1}{A_{cho} * h_o} \dots \dots (8)$$

$$Q_{ssa} = \frac{T_i - T_o}{\frac{1}{A_{si} * h_i}} + \frac{\ln(R_2/R_1)}{2 * \pi * K_c * L_s} + \frac{1}{A_{so} * h_o} \dots \dots (9)$$

Donde:

Qsa: calor sin aislamiento

Qchsa: Calor con chaqueta sin aislamiento

Qssa: calor sin chaqueta sin aislamiento

Ti: Temperatura interna

Tc: Temperatura de chaqueta

To: Temperatura ambiente

Achi: Area interna de chaqueta

Acho: Area externa de chaqueta

Asi, Aso: Area interna y externa de cilindro sin chaqueta

hi: conductancia interna

- hc: conductancia dentro chaqueta
- ho: conductancia externa
- Kc: conductividad de acero estructural
- Lch: Longitud de chaqueta
- Ls: Longitud sin chaqueta
- R1, R2, R3, R4: Radios

5.8.2.5.1.2 CALOR PERDIDO EN LAS BRIDAS:

$$Q_{bsa} = \frac{T_i - T_o}{\frac{1}{Ab * h_i}} + \frac{t}{Kc * Ab} + \frac{1}{ho * Ab} \dots \dots (10)$$

Donde:

- Ab: Zona intercambio calor en bridas
- T: espesor en brida

5.8.2.5.2 CALOR PERDIDO CON AISLAMIENTO:

5.8.2.5.2.1 CALCULO DE ESPESOR OPTIMO PARA EL SECADOR:

Se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$CT = CE + CA \dots \dots (11)$$

$$\frac{\partial CT}{\partial e} = 0 \dots \dots (12)$$

Donde:

- CT: Gasto total de energía desperdiciada y aislamiento
- CE: Gasto de energía desperdiciada
- CA: Costo de aislamiento

Resolviendo la ecuación se obtiene el aislamiento más optimo

Calculamos el calor perdido en la parte enchaquetada:

$$Q_e = \frac{T_c - T_o}{R} \dots \dots (13)$$

$$\bar{R} = \bar{R}_3 + \bar{R}_4 + \bar{R}_5 + \bar{R}_6 + \bar{R}_7 \dots \dots (14)$$

$$\bar{R}_3 = \frac{1}{hc * 2\pi * R_3 * 0.867 * Lch} \dots \dots (15)$$

$$\bar{R}_4 = \frac{\ln\left(\frac{R_4}{R_3}\right)}{Kc * 2\pi * 0.867 * Lch} \dots \dots (16)$$

$$\bar{R}_5 = \frac{\ln\left(\frac{R_5}{R_4}\right)}{Ka * 2\pi * 0.867 * Lch} \dots \dots (17)$$

$$\bar{R6} = \frac{\ln\left(\frac{R6}{R5}\right)}{Ks * 2\pi * 0.867 * Lch} \dots (18)$$

$$\bar{R7} = \frac{1}{ho * 2\pi * R5 * 0.867 * Lch} \dots (19)$$

Donde:

Qe en W

Tc: Temperatura de chaqueta

To: Temperatura ambiente

$\bar{R3}$, $\bar{R4}$, $\bar{R5}$, $\bar{R6}$, $\bar{R7}$: Resistencia de temperatura

Kc, Ka, Ks: Conductividad térmica estructural, aislamiento y forro

ho: conductancia

5.8.2.5.2.2 COMBUSTIBLE NECESARIO PARA GENERAR CALOR:

Se considera la siguiente ecuación:

$$m_R = \frac{0.86 * Qe}{E * Pc} \dots \dots \dots (20)$$

Donde:

m_R: Cantidad de combustible

Qe: Calor perdido

E: Eficiencia de caldero

Pc: poder calorifico de petróleo R500

5.8.2.5.2.3 COSTO ANUAL DE COMBUSTIBLE:

Se obtiene resolviendo la siguiente ecuación:

$$Ca = m_R * Pp * Ht \dots \dots (21)$$

Donde:

Ca: Costo anual \$

Pp: Precio de petróleo \$/gal

Ht: Horas trabajadas anuales

Luego se tiene

$$CE = Ca * Fa \dots \dots \dots (22)$$

$$Fa = \frac{1}{i} - \frac{1}{(i * (1 + i)^n)} \dots \dots \dots (23)$$

$$CE = \frac{Fa * Ht * Pp * 0.86 * Qe}{E * Pc} \dots \dots (24)$$

Donde:

Costo de aislamiento: Corresponde a la siguiente formula.

$$CA = 2\pi * Lch * ((R5 * e * Pa) + R6 * Ps) \dots (25)$$

Donde:

CA: Costo de aislamiento y cubierta \$

CE: Costo de energía perdida

Pa: Precio de lana mineral \$/m3

Ps: Precio cubierta AISI 304 \$/m2

Fa: factor anual

5.8.2.5.2.4 CALOR PERDIDO CON AISLAMIENTO EN SUPERFICIE CILINDRICA:

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Qca = Qchca + Qsca \dots (26)$$

Luego se tiene que Qchca=Qe

$$Qsca = \frac{Ti - To}{\frac{1}{R1 * 2\pi * 0.867 * Ls * hi}} + \frac{\ln\left(\frac{R2}{R1}\right)}{2\pi * Kc * 0.867 * Ls} + \frac{\ln(R2 + 0.0254)}{2\pi * Ka * 0.867 * Ls} + \frac{\ln(R2 + 0.0259)}{2\pi * Ks * 0.867 * Ls} + \frac{1}{(R2 + 0.0259) * 2\pi * 0.867 * Ls * ho} \dots (27)$$

5.8.2.5.2.5 CALOR PERDIDO CON AISLAMIENTO EN BRIDAS:

$$Qbca = \frac{Ti - To}{\frac{1}{Ab * hi}} + \frac{t}{Kc * Ab} + \frac{tp}{Kp * Ab} + \frac{1}{ho * Ab} \dots \dots (28)$$

Donde:

tp: Espesor de pintura

Kp: conductividad de pintura epoxica

5.9 DIMENSIONAMIENTO DEL SECADOR ROTADISK

De acuerdo con la Resolución Directoral N° 033-2001-PE/DNPP, emitida por la Dirección General de Procesamiento Pesquero, se han modificado las fórmulas o factores publicados por la RD N° 151-98-PE/DNPP en lo que respecta a la determinación de la capacidad de harina de pescado. Se establece que se utilizará la siguiente fórmula:

$$A = CAPxK \dots\dots\dots(29)$$

Datos:

CAP: Rendimiento de secador Ton/h

K: Fluctúa entre 23 a 28 m² / Ton/h

A: Zona de transferencia de calor (m²)

5.9.1 Cálculo del área de calentamiento (A):

El área de transferencia de calor (A) se obtiene al sumar las áreas de calentamiento generadas por la chaqueta (Ach), los discos (Ad) y el eje (Ae):

$$A = Ach + Ad + Ae \dots\dots\dots(30)$$

$$Ach = (D + e) * \frac{312}{360} * \pi(P(n - 2) + 0.04541) \dots\dots(31)$$

$$Ad = \left(\pi * \frac{(D^2 - d^2)}{2} \right) * n \dots\dots\dots(32)$$

$$Ae = \pi * d((P - b) * n + 0.3168) \dots\dots\dots(33)$$

Datos:

D: Diámetro externo en discos en m.

d: Diámetro externo tubo central en m.

P: Paso en rotor en m.

n: Cantidad de discos.

b: Base inferior de discos en m.

e: Distancia de discos a casco en m.

5.9.2 CÁLCULO DE LA DIMENSIÓN INTERNA DEL DIÁMETRO Y LA LONGITUD DEL CASCO:

$$\frac{L}{D} = 2.5 \text{ a } 5.5 \dots\dots\dots(34)$$

5.9.3 LONGITUD TOTAL DEL SECADOR Lt:

$$L = N * P + 0.6282 \dots\dots\dots(35)$$

5.9.4 VELOCIDAD DEL ROTOR DEL SECADOR:

$$n = \frac{60 * v}{\pi * D} \dots \dots (36)$$

Donde:

n: RPM del rotor entre 9-12 rpm

v: velocidad superficie externa de disco 1.1 m/s

D: diámetro de los discos

5.9.5 POTENCIA DEL MOTOR:

$$P = \pi^2 * n * N * \frac{f}{\eta} * \frac{(D^3 - d^3)}{13500} \dots \dots (37)$$

Donde:

N: Numero de discos

P: Potencia del motor

F: fuerza de fricción 205.12 N/m²

n: RPM del rotor de 9 a 12 rpm

d: Diámetro de eje

D: Diámetro de los discos

5.10 DISEÑO MECANICO:

5.10.1 CONSIDERACIONES:

En esta oportunidad solo se mencionará los elementos mecánicos seleccionados ya para el proyecto dado se enfatizó en calculo energético.

5.11 DESHIDRATACIÓN DE HARINA DE PESCADO

Para iniciar el proceso de secado de harina, se debe deshidratar previamente la torta de prensa, la de separadoras y el concentrado de agua de cola, asegurando que estén unidos y homogeneizados sin afectar la calidad del producto. Además, se debe mantener un nivel mínimo de agua para evitar el crecimiento de microorganismos desconocidos y prevenir reacciones químicas que puedan dañar el producto. En resumen, el objetivo del secado es eliminar la mayor parte del agua hasta alcanzar un nivel mínimo. En el

caso específico de la harina de pescado, la elección del tipo de secador se basa en factores como la calidad del producto, que abarca aspectos microbiológicos, propiedades nutricionales, sensoriales y físico-químicas. (GARCIA, 2019)

5.11.1 Aspectos técnicos operacionales clave del secador rotadisk utilizado en la planta.

Durante este proceso, el mix se somete a la secadora rotadisk, la cual agita constantemente gracias al giro del rotor, entrando en contacto con las superficies calientes de manera similar. Los vapores liberados del pastel se acumulan en la cámara de vapor (parte superior de la carcasa) y luego se conducen a baja velocidad hacia la planta evaporadora. Además, el equipo cuenta con un sistema de control de presión de vapor y regulación de vapores, así como una evacuación de condensados tanto de la chaqueta como del rotor. El tiempo de secado puede variar entre 40 y 50 minutos, y la temperatura de secado de la harina es de aproximadamente 95°C. Se fabrican secadores rotadisk con capacidades que van desde 4 hasta 20 toneladas de pescado por hora. La capacidad de evaporación de estos secadores depende de la humedad promedio con la que operan, ya que en la primera etapa de secado pueden soportar hasta un 60% de humedad del mix.

5.12 HERRAMIENTAS PARA SIMULACIÓN

Con el fin de simular los procesos químicos, se hace uso de múltiples softwares de simulación. Por lo cual, la presente tesis desarrollará los procesos de cálculo en base a ecuaciones que modelan las propiedades físicas de los materiales en la herramienta de Microsoft Excel. Y para fines didácticos, se hará uso del software de AutoCAD para un modelamiento 2D del plano del secador Rotadisk de 8Tn/h.

- a) Microsoft Excel: Es una utilidad que forma parte del paquete de aplicaciones de Microsoft Office, y se emplea principalmente en tareas relacionadas con las finanzas y la contabilidad. Incluye funcionalidades como fórmulas, gráficos y un lenguaje de programación, lo cual permite a los usuarios crear tablas y formatos con cálculos matemáticos mediante fórmulas, logrando así resolver múltiples ecuaciones mediante algoritmos adecuados.
- b) AutoCAD: Este software de diseño asistido por computadora (CAD) es una herramienta fundamental dentro del conjunto de programas de Autodesk. Su uso

es muy extendido en la industria de la ingeniería, arquitectura, diseño e incluso mecánica, ya que ofrece funciones avanzadas para la creación de dibujos técnicos en 2D y modelos tridimensionales (3D). Gracias a su capacidad para generar planos detallados, esquemas y representaciones visuales precisas, facilita enormemente la elaboración de proyectos.

VI. ESTRUCTURACIÓN DE LOGROS OBTENIDOS

6.1 Experiencias realizadas

Esta etapa describirá todas las actividades que se realizaron en la empresa Segemind S.A.C., en la cual se realizaron los servicios de ingeniería según lo que se requirió.

Empresa	Rubro	Inicio	Término	Trabajo realizado	Monto cotizado
Segemind S.A.C.	Diseño, fabricación y mantenimiento de equipos industriales.	01/08/2018	01/12/2018	Optimización del modelo de secador de 8 Tn/h. Mejoramiento de la chaqueta interior para la distribución uniforme de calor.	\$ 168000

Fuente: Elaboración propia

6.2 Relevancia en el desarrollo de la trayectoria profesional

El enfoque multidisciplinario que conlleva el diseño y fabricación de un secador Rotadisk de mayor capacidad para la empresa Océano Industrial Sapi Cv - México representa la aplicación de conocimientos teóricos realistas y a su vez conocimientos tanto técnicos como estratégicos atendidos por especialistas en el mejoramiento eficiente de procesos industriales, específicamente en el procesamiento de harina de pescado. De manera que se complementan los conocimientos técnicos, conjunto con conocimientos de mecánica involucrando profesionalmente el desarrollo como especialista en auditoría energética.

- **Experiencias ganadas en la empresa Segemind S.A.C.**

1. El servicio tiene como objetivo diseñar y fabricar un secador rotadisk de 8 Tn/h para la empresa Océano Industrial SAPI CV-México, debido a que esta empresa se dedica al procesamiento de la harina de pescado aplicado en la industria pesquera. Es decir, el objetivo del presente trabajo trae como finalidad optimizar el proceso de secado del cake de harina de pescado mediante un secador rotadisk con mayor capacidad que el actual, con la finalidad de que el producto ingresado a este secador, salga hasta con un 37% menor de humedad, generando de esta manera mejores resultados para la industria pesquera.

Asimismo, la propuesta técnica de diseño de equipo consta de una carcasa (casco y chaqueta) y un rotor con discos para ayudar a una mejor transferencia de calor, y de esta manera se hagan uso de los conocimientos adquiridos durante toda la carrera de energía energética. Además, este equipamiento permitió que el secador se deteriore en un periodo más largo de tiempo, mejorando de esta manera su durabilidad y eficiencia ante el desgaste del secador por el índice elevado de corrosión de la harina de pescado

VII. COLOCACIÓN DE LAS EXPERIENCIAS DENTRO DEL MARCO TEÓRICO

7.1 Descripción experiencia profesional

La ejecución del proyecto permitió la adquisición de experiencia valiosa, desempeñando un rol excepcional en la validación y fiabilidad de conocimientos teóricos. Siendo que el vínculo directo que hay entre la teoría y la práctica se muestran por medio de una metodología clara durante todas las etapas del diseño y fabricación de secador Rotadisk.

De esta forma, el uso de herramientas y conocimientos técnicos son fundamentales para la resolución de fenómenos térmicos, puesto que la observación de dichos fenómenos necesita la aplicación esencial del diagnóstico y evaluación del caso para fortalecer la base teórica subyacente. A modo que, la modificación y creación de nuevos procesos amplían la experiencia de quién realiza la fabricación de máquinas más eficientes y económicas, lo cual beneficia en gran medida a la empresa y también al expertise del ingeniero en energía. En este caso, la implementación y renovación de la maquinaria

supone una innovación a favor de contrarrestar los desafíos que supone el mantenimiento y desgaste de las máquinas, ello conlleva a adaptaciones de las bases teóricas para el manejo de las situaciones específicas, esto supone un beneficio tanto para el equipo técnico como también la garantía profesional que se sustente.

VIII. CONTRIBUCIONES ALCANZADAS PARA EL DESARROLLO EN EL CENTRO DE TRABAJO

CALCULO DE CAPACIDAD DE SECADOR ROTADISC:

EQUIPO PARAMETRO	DATOS	
Marca		AP
Modelo		Rotadisc
Tipo		A Vapor Indirecto
Factor de llenado (f) (F)		0.92
R.P.M eje () (N)	rpm	10.00
Longitud paso disco (p) (P)	m	0.13
Longitud efectiva entre chutes (L)	m	8.91
Diámetro interno cilindro (di) (Dc)	m	2.2
Diámetro exterior del eje (de) (De)	m	0.762
Espesor de Disco (E)	m	0.0508
Diámetro ext del Disco (D)	m	1.831
Promedio tiempo Secado (T)	min	15
Nº de discos		43
Longitud. De tubo Eje	m	5.76

AREA DE TRANSFERENCIA EN SECADOR:

DETALLE	CANT.	UNID.
Area de Transferencia en los discos	187.23	m ²
Area de transferencia en el eje	13.38	m ²
Area de transferencia en la Chaqueta	46.19	m ²
Area Total de Transferencia.	246.80	m²

FACTOR DE EVAPORACION:

Cap. Area de transf.:	9.00	Kg. A.Evap./ m ²
Cap. Area de transf. :9 Kg. Agua Evap./ m ²	2221.16	Kg. A.Evap./h

DETALLE	VALOR	UNID.
RELAC. QUEQUE/PESCADO CON CONCENT.	0.5250	Kg kaque/Kg.Pesc
HUMEDAD ENTRADA	54.0	%
HUMEDAD SALIDA	8.0	%
AGUA EVAPORADA	0.2625	Kg.A.Ev./Kg.Pesc
CAPACIDAD SECADOR ROTADISC TN/H	8.462	tn/h

CALCULO - ASES. PESQ. : F= 230 Kg./h /Tph. 8.57 m² /Th.

CALCULO - PRODUCE : F= 25.5 m²/Th. 9.68 m² /Th.

CALC.- A. STORD TST F= 26.9 m²/Th. 9.17 m² /Th.

CALCULO DE TRANSMISION DE SECADOR ROTADISK:

RPM REQUERIDA DEL SECADOR	10.0	Rpm
MOTOR		
POTENCIA	100	HP
VELOCIDAD	1750	Rpm
REDUCTOR		
POTENCIA	100	HP
RATIO	42	
DIAM. EJE		PLG
TRANSMISION		
VELOC. SAL. REDUCTOR	41.667	Rpm
RELACION DE TRANSMISION	4.2	

-
CARACTERITICAS DE PIÑON DE ATAQUE :

Nº DIENTES PIÑON DE ATAQUE	19	T
LONGITUD DE PASO (DOBLE)	3	PLG
DIAMETRO EXT. DE PIÑON	20	PLG

CARACTERITICAS DE CATALINA :

Nº DIENTES CATALINA	79	T
LONGITUD DE PASO (DOBLE)	3	PLG
DIAMETRO EXT. DE CATALINA	77	PLG

CARACTERISTICAS DE CADENA DE TRANSMISION :

PASO DE CADENA	3	PLG
TIPO DE CADENA	PASO DOBLE	
	ANSI 240 -2	
LONG. TRANSMISION (C)	67.7	PLG
LONG. CADENA	302.7	PLG
	7.7	m

DATOS TECNICOS DE SECADORES ROTADISC SEGÚN ATLAS STORD

Tipo	Area Superficie	capacidad Nom. de M.Prima	Kg. Agua Evap./h.m2	capacidad Nom. Calc. de M.Prima	capacidad de motor	Dimensiones en mm				Peso Ton.	Vol. m ³
						A	B	C	D		
TST - 20	80		720.00	2.69	30	6400	5300	1950	2150	16	27
TST - 30	125		1125.00	4.20	30 - 45	6100-6300	5000-5250	2000-2100	2800 - 2850	22 - 26	36
TST - 40	150 - 160		1350 - 1440	5.04 - 5.37	45 - 55	7700 - 8550	6150 - 6400	2100	2800-3100	29 - 31	45 - 55
TST - 60	200 - 220	4 - 6 tn	1800 -1980	6.72 - 7.39	55 - 75	8500 - 9950	7000 - 8250	2000 - 2350	2800 - 3250	34 - 42	54 - 64
TST - 70	240	7 - 6 tn	2160.00	8.06	75 - 90	9200	750	2350	2950	41	63
TST - 80	265 -315	8 - 10 tn	2385 - 2835	8.90 - 10.58	75	9700 - 9950	8000 - 825	2300	320 - 3250	43 - 63	71-75
TST - 90	355	10 - 11 tn	3195.00	11.92	90	10250	8550	2400	3250	48	79
TST - 100	405	10 - 6 tn	3645.00	13.60	110	115500	9200	2700	3650	62	114
TST - 150	500	12 -16 tn	4500.00	16.79	110	11500	9200	2700	3900	72	121
TST - 200	650		5850.00	21.83	135	14000	10300	3250	4150	98	190

IX. APORTES PARA LA FORMACIÓN PROFESIONAL

Este trabajo destaca como un aporte significativo para la formación profesional en ingeniería de energía como también para la industria del procesamiento de harina de pescado. De manera que en este informe se reúne la cantidad sustancial de información técnica demostrada a través de la aplicación práctica de la teoría obtenida por medio de la formación académica.

Además, se tiene como contribución profesional la experiencia para la gestión de proyectos industriales completos, siendo que la observación del problema, la implementación de la mejora y evaluación del correcto funcionamiento, vienen a ser pasos importantes que desarrolla el ingeniero, destacando su capacidad de análisis crítico. Es por ello, que la productividad y eficiencia vienen a ser problemas prácticos en las industrias pesqueras, llegando a necesitar diagnósticos completos de la situación para implementar un diseño que permita la prolongación de la vida útil y fabricar maquinarias sostenibles de manera que el grado de inversión se equilibre con las necesidades de la empresa para recuperar su inversión.

X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ Diseño, fabricación y montaje de secador de 8 ton/h con una Cap. Area de transf. 7.99 Kg. A. Evap./ m², con un área de transferencia de calor de 246.80 m².
- ✓ Para la fabricación del equipo tuvo una duración de 3 meses realizando un seguimiento exhaustivo del cronograma de actividades para cumplir con el cliente en el tiempo acordado. Asimismo, tuvo una utilidad favorable del 25 %, del costo del equipo que fue cerrado en 168000 U\$
- ✓ Durante la fabricación se le recomendó al cliente realizar un encamisado interno con AISI 304 para alargar vida útil de chaqueta ya que según la experiencia los mayores problemas de fuga por desgaste sufren el casco.
- ✓ Se realizo procedimientos de soldadura evaluando el trabajo y las condiciones del equipo a temperatura ambiente y durante operación teniendo datos favorables.
- ✓ Se recomendó aislamiento térmico para el equipo realizando un ahorro significativo en el consumo de combustible (Residual 500), asimismo optimiza el uso de la energía durante operación.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chonta, R. (2022). *Elaboración de harina de pescado* [Investigación monográfica para obtener el título de ingeniero de alimentos, Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”. Consultado el 13 de noviembre del 2023.

<https://repositorio.unica.edu.pe/server/api/core/bitstreams/67272598-996f-45b6-be62-5a95f74deac3/content>

CONMETAL. (s.f.). *Secador tipo rotatubos*. CONMETAL. Consultado el 25 de noviembre del 2023. <https://conmetal.com/equipos/secador-tipo-rotatubos/>

Don Fernando S.A.C. (2009). *Planta de conservas y harina de pescado residual*. Don Fernando S.A.C. Consultado el 25 de diciembre del 2023.

http://www.donfernandosac.pe/hari_04.php

EDAR. (2018). EDAR. Consultado el 15 de noviembre del 2023.

https://cidta.usal.es/cursos/edar/modulos/edar/unidades/CURSO/UNI_08/u8c6s3.htm#Anchor3

ENERCOM. (2019). ENERCOM. Consultado el 6 de diciembre del 2023.

<https://www.enercom.cl/partials/es/equipos-2.2.html>

Fito, P., Andrés, A., Barat, J. & Albors, A. (2001). *Introducción al secado de alimentos por aire caliente* (Universitat Politècnica de València). España. Consultado el 15 de noviembre del 2023.

https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/e8b523c5-4970-4ae6-b2a3-86f576e81359/TOC_4092_02_01.pdf?guest=true

García, J. (2019). “*Desarrollo y validación de un simulador para la etapa de secado en la producción de harina de pescado*” [Tesis para optar el título profesional de ingeniero químico, Universidad Nacional Faustino Sánchez Carrión].

Repositorio institucional de la Universidad Nacional Faustino Sánchez

Carrión. Consultado el 5 de noviembre del 2023.

[https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/6275/GARCI
A%20MARTINEZ%20JHONATAN%20FERNANDO_compressed%20%281
%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/6275/GARCI%20A%20MARTINEZ%20JHONATAN%20FERNANDO_compressed%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Obando, L. & Vega, E. (2019). *Proceso de secado de pituca (Colocasia esculenta) en*

un secador rotatorio discontinuo [Tesis para optar el título profesional de ingeniero químico, Universidad Nacional del Callao]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional del Callao. Consultado el 5 de diciembre del 2023.
[https://1library.co/article/proceso-de-secado-bases-te%C3%B3ricas-marco-
te%C3%B3rico.yng1nx1z](https://1library.co/article/proceso-de-secado-bases-te%C3%B3ricas-marco-te%C3%B3rico.yng1nx1z)

Astocondor, P. (2021). Diseño de un procedimiento de inspección y muestreo de sacos

de 50 kg de harina de anchoveta (*engraulis ringens*) para un organismo de inspección [Trabajo de suficiencia profesional para optar el título de ingeniera pesquera, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Consultado el 12 de diciembre del 2023.

[https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4797/astoco
ndor-molina-paola-ivonne.pdf?sequence=3](https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4797/astocondor-molina-paola-ivonne.pdf?sequence=3)

QUE ES? (2 de febrero del 2023). QUE ES?. Consultado el 24 de septiembre del 2023.

<https://que-es.online/secador-industrial/>

SEGEMIND S.A.C. (2008). SEGEMIND S.A.C. Consultado el 8 de octubre del 2023.

<https://segemind.com/>

Wikipedia. (2023). Wikipedia. Consultado el 7 de octubre del 2023.

https://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_dryer

XULETAS. (21 de octubre del 2016). Secador a vapor tipo discos o rotadiscos.

Consultado el 7 de octubre del 2023. [https://www.xuletas.es/ficha/secador-
vapor-tipo-discos-rotadiscos/](https://www.xuletas.es/ficha/secador-vapor-tipo-discos-rotadiscos/)

Manrique, L. (2008). Diseño de un secador rotadisk de 14 tm/hr de capacidad para harina de pescado prime [Tesis para optar el título profesional de ingeniero mecánico, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Ingeniería. Consultado el 15 de noviembre del 2023. <https://docplayer.es/87635160-Universidad-nacional-de-ingenieria.html>

Liñan, A. (2020). Auditoria energética del sistema térmico de la empresa PAPELSA-LIMA [Trabajo de suficiencia profesional para obtener el título profesional de ingeniero en energía, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional del Santa. Consultado el 15 de octubre del 2023. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3517>

XII. ANEXOS

