



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Escuela de Posgrado

**Gestión del agua para calderas y su efecto en los costos de operación de
la Empresa Naltech S.A.C., 2023**

Tesis

**Para optar el Grado Académico de Maestro en Administración
Estratégica**

Autor

-

Juan Gabriel Matias Castillo

Asesor

Mtro. Jhon Herbert Obispo Gavino

Huacho – Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales.

Sin Derivadas: Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA

INFORMACIÓN

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Juan Gabriel Matias Castillo	44284439	26-11-2024
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Jhon Herbert Obispo Gavino	15728127	0000-0002-0972-2400
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS MAESTRÍA:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Carlos Enrique Minaya Azabache	15590683	0000-0002-7354-7352
Carlos Jorge Solis Huertas	44991875	0009-0001-6213-2063
Miguel Fernando Ramos Romero	43437043	0000-0002-8531-9576

Juan Gabriel Matias Castillo 2024-080336

GESTIÓN DEL AGUA PARA CALDERAS Y SU EFECTO EN LOS COSTOS DE OPERACIÓN DE LA EMPRESA NALTECH S.A.C., 2023

📄 Quick Submit

📄 Quick Submit

🌐 DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN_Tesis Posgrado 2024

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3071786016

Fecha de entrega

8 nov 2024, 8:53 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

8 nov 2024, 9:12 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

2024-080336__SOLICITUD-sn__1_removed.pdf

Tamaño de archivo

3.8 MB

135 Páginas

27,835 Palabras

135,098 Caracteres



Página 2 of 147 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:3071786016

18% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Fuentes principales

18% 🌐 Fuentes de Internet

4% 📖 Publicaciones

7% 👤 Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarse.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A mi madre Silvia Margot Castillo Mariños por su apoyo y dedicación en el cumplimiento de mis metas, y a mi hija Adriana Gabriela Matias Campos por ser el motivo de mi inspiración para seguir adelante día a día.

Juan Gabriel Matias Castillo

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Hildebrando Loaiza León de la empresa Wet Chemical Perú S.A. que por su intermedio se consiguió los datos para el estudio en la Empresa Naltech S.A.C.

A mi asesor Ing. Jhon Herbert Obispo Gavino, por su apoyo esmero y dedicación para la culminación del estudio.

A la Escuela de Posgrado de la UNJFSC por su valiosa contribución en mi formación complementaria a mi profesión de Ingeniero Químico.

.

Juan Gabriel Matias Castillo

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	xix
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	5
1.2.1 Problema general	5
1.2.2 Problemas específicos	5
1.3 Objetivos de la investigación	5
1.3.1 Objetivo general	5
1.3.2 Objetivos específicos	5
1.4 Justificación de la investigación	6
1.5 Delimitación del estudio	7
CAPÍTULO II	9
MARCO TEÓRICO	9
2.1 Antecedentes de la investigación	9

2.1.1	Investigaciones internacionales	9
2.1.2	Investigaciones nacionales	11
2.2	Bases teóricas	14
2.2.1.	Gestión del agua para calderas	14
2.2.1.1.	Tratamiento del agua para calderas	14
2.2.1.2.	Corrientes de proceso en las calderas	18
2.2.2	Costos de operación	21
2.2.2.1	Elementos del costo industrial	22
2.3	Bases filosóficas	24
2.4	Definición de términos básicos	25
2.5	Hipótesis de investigación	27
2.5.1	Hipótesis general	27
2.5.2	Hipótesis específicas	27
2.6	Operacionalización de las variables	27
CAPÍTULO III		29
METODOLOGÍA		29
3.1	Diseño metodológico	29
3.1.1	Tipo de investigación	29
3.1.2	Nivel de investigación	30
3.1.3	Enfoque de investigación	30
3.1.4	Diseño de investigación	31
3.2	Población y muestra	32
3.2.1	Población	32
3.2.2	Muestra	32
3.3	Técnicas de recolección de datos	32

3.3.1	Técnicas a emplear	32
3.3.2	Instrumento utilizado	33
3.3.3	Procedimiento	33
3.4	Técnicas para el procesamiento de la información	34
CAPÍTULO IV		35
RESULTADOS		35
4.1	Análisis de resultados	35
4.1.1	Gestión del agua para calderas solo con sistema de ablandamiento	35
4.1.1.1	Sistema de extracción y filtración de agua	40
4.1.1.2	Sistema de ablandamiento	44
4.1.1.3	Sistema de desaireación	48
4.1.1.4	Sistema de generación de vapor	50
4.1.2	Gestión del agua para calderas con la implementación de ósmosis inversa	55
4.1.2.1	Sistema de extracción y filtración de agua	60
4.1.2.2	Sistema de ablandamiento	64
4.1.2.3	Sistema de Ósmosis Inversa	68
4.1.2.4	Sistema de desaireación	71
4.1.2.5	Sistema de generación de vapor	73
4.2	Contrastación de hipótesis	78
4.2.1	Contraste de hipótesis del efecto de la gestión del agua para calderas en los costos de operación	78
4.2.2	Contraste de hipótesis del efecto de la gestión del agua para calderas en los costos de materiales	80
4.2.3	Contraste de hipótesis del efecto de la gestión del agua para calderas en los costos de mano de obra	82

4.2.4	Contraste de hipótesis del efecto de la gestión del agua para calderas en los costos de fabricación	83
	CAPÍTULO V	86
	DISCUSIÓN	86
5.1	Discusión de resultados	86
	CAPÍTULO VI	90
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
6.1	Conclusiones	90
6.2	Recomendaciones	90
	CAPÍTULO VII	93
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
	ANEXOS	98

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 <i>Ubicación de Naltech S.A.C.</i>	7
Figura 2 <i>Factores para el diseño de equipos de intercambio iónico.</i>	15
Figura 3 <i>Etapas en la operación de equipos de intercambio iónico.</i>	16
Figura 4 <i>Representación del proceso de intercambio iónico en la resina.</i>	17
Figura 5 <i>Costos por la función en la que se originan</i>	22
Figura 6 <i>Diseño de la investigación.</i>	31
Figura 7 <i>Balance de agua mensual con sistema de tratamiento con ablandadores</i>	36
Figura 8 <i>Componentes principales con el sistema de tratamiento con ablandadores</i>	37
Figura 9 <i>Costos de operación del sistema de tratamiento con ablandadores</i>	39
Figura 10 <i>Balance de agua mensual con sistema de ósmosis inversa</i>	56
Figura 11 <i>Componentes principales con el sistema de tratamiento con ósmosis inversa</i> ..	57
Figura 12 <i>Costos de operación del sistema de tratamiento con ósmosis inversa</i>	58

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 <i>Operacionalización de variables</i>	28
Tabla 2 <i>Balance mensual de agua en cuatro meses con sistema de tratamiento con ablandadores</i>	35
Tabla 3 <i>Resumen de los costos de operación con tratamiento sólo con ablandadores</i>	38
Tabla 4 <i>Costo mensual del sistema de extracción y filtración de agua</i>	40
Tabla 5 <i>Costos de aceite de lubricación de bomba pozo tubular</i>	41
Tabla 6 <i>Costo de extracción de agua del pozo tubular</i>	41
Tabla 7 <i>Costo del operador del sistema de tratamiento de agua</i>	42
Tabla 8 <i>Costo de mantenimiento del pozo tubular y accesorios</i>	42
Tabla 9 <i>Costo de energía eléctrica para la extracción de agua del pozo tubular</i>	43
Tabla 10 <i>Costo de depreciación de bombas de succión y filtros multimedia</i>	43
Tabla 11 <i>Costo mensual del sistema de ablandamiento</i>	44
Tabla 12 <i>Costo por consumo sal granulada para regeneración de resinas</i>	45
Tabla 13 <i>Costo del operador del sistema de ablandamiento</i>	45
Tabla 14 <i>Costo por mantenimiento del sistema de ablandamiento (tanques y ablandadores)</i>	46
Tabla 15 <i>Costo de sustitución de resinas del equipo ablandador</i>	46
Tabla 16 <i>Costo de energía eléctrica de bombeo de agua de alimentación al ablandador</i> .	47
Tabla 17 <i>Costo depreciación del sistema de ablandamiento</i>	47
Tabla 18 <i>Costo mensual del sistema de desaireación</i>	48
Tabla 19 <i>Costo del vapor vivo del sistema de desaireación</i>	48
Tabla 20 <i>Costo de fabricación del sistema de desaireación</i>	49
Tabla 21 <i>Costo de depreciación del sistema de desaireación</i>	49

Tabla 22	<i>Costo mensual del sistema de generación de vapor.....</i>	50
Tabla 23	<i>Costo de antiincrustante para el control interno de las calderas</i>	51
Tabla 24	<i>Costo de secuestrante de oxígeno para el control interno de las calderas.....</i>	51
Tabla 25	<i>Costo de combustible de Gas Natural Vehicular</i>	52
Tabla 26	<i>Costo del operador del sistema de generación de vapor</i>	52
Tabla 27	<i>Costo de mantenimiento de las calderas</i>	53
Tabla 28	<i>Costo de energía eléctrica bomba de agua a las calderas.....</i>	53
Tabla 29	<i>Costo de energía eléctrica ventilador de tiro forzado a las calderas</i>	54
Tabla 30	<i>Depreciación de equipos en la Caldera</i>	54
Tabla 31	<i>Balance mensual de agua en cuatro meses con el sistema de ósmosis inversa ...</i>	55
Tabla 32	<i>Resumen de los costos de operación con tratamiento con ablandadores y ósmosis inversa.....</i>	58
Tabla 33	<i>Costo mensual del sistema de extracción y filtración de agua</i>	60
Tabla 34	<i>Costos de aceite de lubricación bomba pozo tubular</i>	61
Tabla 35	<i>Costo de extracción de agua del pozo tubular</i>	61
Tabla 36	<i>Costo del operador del sistema de tratamiento de agua.....</i>	62
Tabla 37	<i>Costo de mantenimiento del pozo tubular y accesorios</i>	62
Tabla 38	<i>Costo de extracción de agua con la bomba de pozo</i>	63
Tabla 39	<i>Depreciación de bombas de succión y filtros multimedia.....</i>	63
Tabla 40	<i>Costo mensual del sistema de ablandamiento.....</i>	64
Tabla 41	<i>Costo del consumo de sal granulada para regeneración de resinas</i>	65
Tabla 42	<i>Costo de mano de obra del operador del sistema de ablandamiento</i>	65
Tabla 43	<i>Costo de mantenimiento del sistema de ablandamiento (tanques y ablandadores)..</i>	66
Tabla 44	<i>Costo de sustitución de resinas del equipo ablandador</i>	66
Tabla 45	<i>Costo de energía eléctrica de bombeo de agua de alimentación al ablandador .</i>	67

Tabla 46 <i>Depreciación del sistema de ablandamiento</i>	67
Tabla 47 <i>Costo mensual del sistema de ablandamiento</i>	68
Tabla 48 <i>Consumibles del equipo de Ósmosis Inversa</i>	69
Tabla 49 <i>Costo de mano de obra del operador del sistema de ósmosis inversa</i>	69
Tabla 50 <i>Costo de mantenimiento del sistema de ósmosis inversa</i>	69
Tabla 51 <i>Costo de energía eléctrica de bombeo de agua de alimentación al ablandador</i> .	70
Tabla 52 <i>Depreciación del equipo de Ósmosis Inversa</i>	70
Tabla 53 <i>Costo mensual del sistema de desaireación</i>	71
Tabla 54 <i>Costo del vapor vivo del sistema de desaireación</i>	71
Tabla 55 <i>Costo de fabricación del sistema de desaireación</i>	72
Tabla 56 <i>Costo de depreciación del sistema de desaireación</i>	72
Tabla 57 <i>Costo mensual del sistema de generación de vapor</i>	73
Tabla 58 <i>Costo de antiincrustante para el control interno de las calderas</i>	74
Tabla 59 <i>Costo de secuestrante de oxígeno para el control interno de las calderas</i>	74
Tabla 60 <i>Costo de combustible de Gas Natural Vehicular (GNV)</i>	75
Tabla 61 <i>Operador del sistema de generación de vapor</i>	75
Tabla 62 <i>Mantenimiento de las calderas</i>	76
Tabla 63 <i>Costo de energía eléctrica bomba de agua a las calderas</i>	76
Tabla 64 <i>Costo de energía eléctrica ventilador de tiro forzado a las calderas</i>	77
Tabla 65 <i>Depreciación de equipos en la Caldera</i>	77
Tabla 66 <i>Resumen de costos totales y prueba de Shapiro-Wilk a sus diferencias</i>	79
Tabla 67 <i>Pruebas t de Student para muestra única</i>	79
Tabla 68 <i>Resumen de costos de materiales y prueba de Shapiro-Wilk a sus diferencias</i> ...	81
Tabla 69 <i>Pruebas t de Student para muestra única del costo de materiales antes y después de la gestión</i>	81

Tabla 70 <i>Resumen de costos de mano de obra</i>	83
Tabla 71 <i>Resumen de costos de fabricación y prueba de Shapiro-Wilk a sus diferencias</i> ..	84
Tabla 72 <i>Pruebas t de Student para muestra única del costo de fabricación antes y después de la gestión</i>	85

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Matriz de consistencia.....	99
Anexo 2. Cálculo de balance de agua	100
Anexo 3. Fotos de los equipos evaluados	114
Anexo 4. El investigador en la empresa	115

RESUMEN

Objetivo: Determinar el efecto de la gestión del agua para calderas en los costos de operación de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023. **Métodos:** Estudio observacional, prospectivo, longitudinal, analítico y aplicada; nivel explicativo con enfoque mixto y de diseño pre experimental; aplicando la técnica documental y observacional; utilizándose para el contraste de hipótesis la t de Student para una muestra a 5 % de significancia, al trabajarse con las diferencias de los costos mensuales antes y posterior a la instalación del sistema de ósmosis inversa, con las mismas cantidades de generación de vapor en ambos momentos para garantizar la idoneidad de la prueba. **Resultados:** Tras analizar los costos y aplicar el estadístico, se tiene que los costos mensuales promedios tras la gestión del agua para calderas: se redujo para el costo total de operación de US\$ 158 642,12 a US\$ 139 297,76 (p-valor 0,000); se redujo el costo de materiales de US\$ 155 626,20 a US\$ 135 158,24 (p-valor 0,000); el costo de mano de obra se mantuvo invariable en US\$ 481,28 y se incrementaron los costos de fabricación de US\$ 2 534,64 a US\$ 3 658,24 (p-valor 0,000). **Conclusiones:** La gestión del agua para calderas con la instalación del sistema de ósmosis inversa reduce significativamente los costos de operación. Y respecto a sus componentes, se redujo los costos en materiales, más no afectó al costo de mano de obra, y por el contrario incrementó los costos de fabricación en la empresa en 2023.

Palabras clave: Gestión de agua, costos de operación, materiales, mano de obra, costos de fabricación.

ABSTRACT

Objective: Determine the effect of boiler water management on the operating costs of the company Naltech S.A.C. in 2023. **Methods:** Observational, prospective, longitudinal, analytical and applied study; explanatory level with mixed approach and pre-experimental design; applying the documentary and observational technique; Using Student's t for a sample at 5% significance for the hypothesis test, when working with the differences in monthly costs before and after the installation of the reverse osmosis system, with the same amounts of steam generation in both moments to ensure the suitability of the test. **Results:** After analyzing the costs and applying the statistics, the average monthly costs after water management for boilers: were reduced for the total operating cost from US\$ 158,642.12 to US\$ 139,297.76 (p -value 0.000); the cost of materials was reduced from US\$ 155,626.20 to US\$ 135,158.24 (p-value 0.000); The labor cost remained unchanged at US\$ 481.28 and manufacturing costs increased from US\$ 2,534.64 to US\$ 3,658.24 (p-value 0.000). **Conclusions:** Water management for boilers with the installation of the reverse osmosis system significantly reduces operating costs. And regarding its components, material costs were reduced, but it did not affect the cost of labor, and on the contrary, manufacturing costs increased in the company in 2023..

Keywords: Water management, operation costs, materials, labor, manufacturing costs.

INTRODUCCIÓN

El estudio de “Gestión del agua para calderas y su efecto en los costos de operación de la empresa Naltech S.A.C., 2023”, se realizó con objeto de contribuir con un problema que se irá agudizando al correr de los años, como es la disponibilidad de agua para las futuras generaciones, alineado a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente al ODS 9 concerniente a la innovación que se deben efectuar en las industrias, ODS 11 relacionado a la sostenibilidad de las ciudades y el ODS 12 en el consumo responsable del recurso hídrico.

Las empresas están en permanente búsqueda de la mejora de sus operaciones como parte del proceso de mejora continua que van implementando en sus instalaciones con objeto de ser más competitivos y asegurar su permanencia en el mercado. Al respecto, Díaz et al. (2021), consideran que la competitividad se hace cada vez más exigente y compleja por la creciente expectativa y demanda de los clientes. También, Benites et al. (2020) manifiestan que los niveles de competitividad en países latinoamericanos tienen un lento desarrollo respecto otros de mayor desarrollo. Y que a su vez, Ríos-Badilla et al. (2022) sostienen que la forma de cómo gestionan los recursos hídricos repercute en beneficios y utilidades de la empresa. Situación que puede empeorar con la entrada en servicio del puerto de Chancay.

La empresa Nutritional Technologies S.A.C. (Naltech S.A.C.), trata el agua para su uso en dos calderas para generar vapor para el proceso de producción de alimentos para acuicultura y animales domésticos. La calidad del agua alimentada a la calderas es importante y afecta a los costos de operación fabril.

En ese sentido, se realizó el estudio para conocer como la gestión del agua con la instalación del sistema de ósmosis inversa afecta a los costos de operación de la empresa Naltech S.A.C. en 2023.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Martínez et al. (2020), indican que las organizaciones luchan constantemente para subsistir en un entorno inestable y complejo, que tras la globalización se ha incrementado las empresas rivales que buscan posicionamiento en el mercado, siendo necesario para ello generar ventaja competitiva, donde la capacidad de adaptación a este entorno posibilitará su éxito, logrando rentabilidad, competitividad y su permanencia en el mercado.

Sobre la competitividad, Díaz et al. (2021), consideran que se hace más exigente y compleja ante la creciente expectativa y demanda de los clientes, por lo que es más valorada y perseguida en las organizaciones, haciendo que oferten productos y servicios diferenciados para garantizar su permanencia y un lugar privilegiado en el mercado, donde la competitividad deja de ser un concepto estático, que no sólo está centrado en lo financiero, llegándose a valorar la interrelación de los activos intangibles, calidad y motivación del recurso humano, siendo un factor determinante para el logro de la competitividad deseada el liderazgo de los directivos de la empresa. También, Mora-Villamizar et al. (2019), analizaron la competitividad entre dos empresas, tras ir en aumento la competitividad en Colombia, lo que hace que se midan los índices de rentabilidad, buscando dominar el mercado, con nuevas estrategias que posibiliten nuevos modelos de innovación y de mejora continua en lo procedimental, organizacional, recursos y financiación, sin bajar la calidad y fiabilidad del consumidor, hacia una diferenciación por un análisis del entorno interno y

externo, debilidades y fortalezas, según las cinco fuerzas de Porter, que tiene que ver con el poder de negociación de clientes y proveedores, la amenaza de competidores nuevos y de productos sustitutos, y la rivalidad entre los competidores.

Para el logro de la ventaja competitiva, Landázuri y Montenegro (2018), comparó estrategias genéricas de Michael Porter en cuatro empresas en Ecuador, basados en: liderazgo en costos, diferenciación y concentración, ratificando su aplicabilidad a pequeñas y grandes empresas, donde la capacidad en la implementación de estrategias generan ventaja competitiva, donde la estrategia con el liderazgo por costos es defensiva al ingreso de nuevos competidores, la estrategia por diferenciación posibilita mantenerse en el mercado evitando ser imitada, la estrategia por nicho o de concentración a empresas especializadas en un sector o producto.

Por otro lado, sobre la problemática del agua, Díaz (2019), indica que el agua, es un recurso natural que cobra mucha importancia en todo el mundo, donde el agua dulce representa sólo el 3% y de ello el 1 % sólo es accesible para consumo humano, por lo que en muchos países se presenta el estrés hídrico, siendo críticos en algunas épocas del año, volviéndose el agua hoy en día muy valioso. Asimismo, Guerrero-Valdebenito et al. (2018), consideran que tras evidencias empíricas, el agua aparte de ser un elemento vital, es un bien escaso, necesario para la preservación de los ecosistemas, e insumo indispensable para los sistemas de producción, lo que condiciona su desarrollo, por lo que no es de extrañar que en la producción capitalista se centre en un interés mercantil, de disputa y tensión por la demanda de agua dulce e hídricos a nivel mundial, que se va incrementando tras aumentar la población y tras el cambio climático.

A nivel de Latinoamérica, Benites et al. (2020) consideran que la competitividad de estos países se hallan en un lento desarrollo respecto a las economías de otros países más

modernas, teniendo dificultades en el desarrollo de la innovación tecnológica de infraestructura y capital intelectual. Asimismo, Ávila-García (2016) considera que en Latinoamérica se ha dado el proceso de neoliberalización del agua y de la naturaleza, despojando a los indígenas y campesinos de sus territorios, provocando la conflictividad socioambiental, con el Estado como impulsor central y facilitador, conjuntamente con los actores privados, que propiciaron las privatizaciones a través de mecanismos que en algunos casos eran ilegales, provocando la organización de movimientos sociales de demanda de justicia, en la defensa de su territorio y agua.

Sobre las industrias, Ríos-Badilla et al. (2022) sostienen que la forma como se gestiona el recurso hídrico repercute en los beneficios y utilidades de la empresa, lo que posibilita el acceso de la empresa a los fondos verdes, y que el cambio climático, la expansión agrícola y una población creciente, ha agudizado el problema global de que el sector empresarial sea el causante de su baja disponibilidad, siendo de necesidad que las empresas utilicen eficientemente el agua, generando indicadores para su control y con ello hacer frente a tales desafíos en el futuro. Por otro lado, Galeano (2020), considera que uno de los sectores que contaminan más el agua es la industria alimentaria, afectando a los ecosistemas; por lo que las industrias optan por implementar planes para usar eficiente el agua en sus instalaciones, que con conceptos de economía circular y las estrategias para una producción limpia, ayudan a reducir la huella hídrica del sector.

Sobre la empresa donde se realizó la investigación, la empresa Naltech S.A.C., en su proceso de producción de alimentos para acuicultura y animales domésticos, utiliza vapor directo e indirecto para la desinfección y en sus diferentes unidades de proceso, siendo generado en equipos comúnmente llamados calderas. Donde la empresa cuenta con dos calderas marca Cleaver Brooks de 250 y 300 BHP, donde se alimenta agua tratada para el

cuidado de los equipos, y que a través de la quema de combustible (GLP) se convierte en estado gaseoso, comúnmente llamado vapor, el cual es utilizado como medio de transporte de energía térmica para su uso en los diferentes puntos requeridos en la empresa. Donde la calidad del agua es importante al alimentarse a la caldera, el cual al contener sólidos solubles, estas se van acumulando en su interior tras la evaporación del agua, por lo que se le purga regularmente, manteniendo los sólidos totales disueltos por debajo del límite del estándar establecido para cuidar el equipo y calidad del vapor, cuan más baja es la calidad del agua de alimentación (mayor solidos totales disueltos), se generaran mayor cantidad de purgas en las calderas, y estas cuando mayor sean, no solo serán mayores los costos por mayor consumo de combustibles e insumos de tratamiento interno del agua de las calderas, sino también una mayor demanda de agua tratada y los costos que ella representa.

Constituyendo por ello, una estrategia de gestión del agua en la empresa, la mejora de la gestión desde el abastecimiento del agua, su tratamiento y generación de vapor; en este aspecto, el sistema de ósmosis inversa representa una alternativa importante para tratar el agua a alimentar a las calderas, el cual produce bajos contenidos de Sólidos Totales Disueltos, reduciendo los costos operacionales en las calderas.

En ese sentido, con objeto de reducir los costos operacionales en la empresa Naltech S.A.C., se realizó el estudio que permitió conocer el efecto que tiene la gestión del agua en la empresa, el cual representa un componente importante en el costo de alimentación a las calderas para la generación de vapor, estudiando el efecto que tiene sobre los costos de operación de la empresa y con ello lograr la mejora de su competitividad.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

- ¿En qué medida la gestión del agua para calderas afecta los costos de operación de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto de la gestión del agua para calderas en el costo de materiales de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023?
- ¿De qué manera la gestión del agua para calderas afecta los costos de mano de obra de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023?
- ¿Cómo la gestión del agua para calderas afecta los costos de fabricación de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

- Determinar el efecto de la gestión del agua para calderas en los costos de operación de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.

1.3.2 Objetivos específicos

- Conocer el efecto de la gestión del agua para calderas en el costo de materiales de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.
- Establecer el efecto de la gestión del agua para calderas en los costos de mano de obra de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.
- Determinar el efecto de la gestión del agua para calderas en los costos de fabricación de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.

1.4 Justificación de la investigación

La investigación es importante y relevante, porque en toda empresa industrial la gestión del agua para calderas y su efecto en los costos de operación se logra con el compromiso de la empresa. En ese sentido, para que se obtengan resultados favorables en el cálculo de los costos de operación, se precisa que la Empresa opere eficientemente con las áreas de tratamiento de aguas para calderas y en la generación de vapor hacia fábrica; para ello, es preciso medir la calidad del agua en las calderas mediante análisis de laboratorio y de esta forma saber cómo se encuentran y si se están controlando los parámetros establecido por el ASME. Por otro lado, siendo uno de los principales problemas los costos de operación, también se fue necesario evaluar el nivel del tratamiento que se realiza en el agua por los trabajadores de la empresa, desde su extracción, tratamiento del agua y la generación de vapor en las calderas; evidenciando el grado gestión del tratamiento del agua con la finalidad de evitar incrustaciones y corrosiones dentro del sistema de generación de vapor.

Asimismo, el estudio es pertinente, porque se evalúan los costos en el tratamiento del agua antes del ingreso a la caldera, con la instalación de nuevas tecnologías a los equipos de ablandadores como lo es la ósmosis inversa, con la finalidad de eliminar la dureza producida por el Calcio y Magnesio, a la vez se evaluó los costos del tratamiento interno por medio de antiincrustantes y anticorrosivos, y por último la recuperación del condensado producido por medio de la utilización del vapor.

Con el estudio, el impacto es directo en la empresa Naltech S.A.C., al realizarse la mejora de gestión de agua para calderas y analizando sus efecto en los costos de operación de la empresa, considerando que en una institución su personal es clave y que ante la situación en que se vive del ahorro del agua, en ese sentido estudios de mejora se hacen necesario para contribuir con el desarrollo sostenible en el Perú.

1.5 Delimitación del estudio

Delimitación espacial

Lugar : Antigua Panamericana Norte, 15160

Distrito : Vegueta.

Provincia : Huaura.

Departamento : Lima.

Región : Lima Provincias.

Delimitación temporal

Estudio realizado en diciembre del 2023.

Figura 1

Ubicación de Naltech S.A.C.



Nota. Recuperado de Google Maps (s.f.).

Delimitación teórica

El dominio teórico de la investigación, abarca áreas del conocimiento:

- *Gestión del agua para calderas*. Delimitándose a la instalación de un nuevo sistema de tratamiento adicional por ósmosis inversa.
- *Costos de operación*. Si bien, los costos mensuales de una empresa deben considerar diversos aspectos de toda la organización, y teniéndose la experiencia en el sector, se tomó los elementos de los costos de operación, conformados por:
1) Materiales, 2) Mano de obra y 3) Costos de Fabricación, sólo para la línea de agua para calderas, considerando que los costos en otras áreas y dependencias se mantienen invariables, siendo por ello suficiente estos costos para demostrar la viabilidad o no de la instalación del sistema de ósmosis inversa y el efecto que produce esta en los costos de operación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

Ríos-Badilla et al. (2022), en su estudio realizaron una revisión de conceptos como la huella de agua que se dan en las industrias; reflexionando sobre la importancia que tiene la gestión del agua en el desarrollo sostenible, y a la vez lo útil que resulta contar con indicadores para esta gestión en la toma de decisiones estratégicas empresariales, con responsabilidad social empresarial como promotor de la competitividad; entre sus conclusiones indican que la gestión del agua debe iniciarse con la implementación de buenas prácticas ambientales y la gestión circular del agua, seguido de la aplicación de estrategias que consideran como indicador a la huella de agua y posteriormente considerar a la gestión con responsabilidad ética ante las normas; donde la competitividad en las organizaciones debe sumar el modelo productivo extractivo y utilitarista, con el modelo de consumo y producción que sean sostenibles en lo económico y social, con el manejo racional de recursos naturales.

Bouchet (2020), Universidad Siglo 21, Argentina, en su estudio tras detectar problemas internos en la empresa AJ & JA Redolfi S.R.L. que afectaban su ventaja competitiva, lo que les impedía generar mayores rentabilidades, se propuso implementar un plan estratégico en base al liderazgo en costos, tras detectar deficiencias en los controles de

depósitos, ausencia en la capacitación del personal, sistemas de información, entre otros; las cuales afectaban las actividades de la empresa, ocasionando el incremento de los costos operacionales, reducción en la satisfacción de los clientes, reducción de ingresos por las pérdidas de mercaderías y demoras en las entregas de los productos; lo que le llevó a establecer planes de acción en la empresa, dirigidos hacia la automatización de sus procesos internos, asimismo en el sector de fuerza de ventas, acompañándolas con capacitaciones al personal para el incremento de la productividad, propiciando en la empresa la reducción de sus debilidades y aprovechando sus fortalezas, permitiendo con ello reducir sus costos operacionales y lograr el propósito de incrementar en 2% su rentabilidad, en el periodo de agosto 2020 a diciembre 2021.

Galeano (2020), Universidad de Antioquia, Colombia, en su investigación realizado en las industrias de procesamiento de alimentos sobre la gestión de recursos hídricos como estrategia empresarial para reducir la huella hídrica; compilando, revisando informaciones de diferentes estrategias e inspeccionando casos de éxitos en este tipo de industrias; lo que le permitió hallar estrategias habitualmente aplicadas en las industrias de procesamiento, como el cambio de tecnologías obsoletas, la reducción de pérdidas, el reúso y recirculación del agua, las capacitaciones a los trabajadores, el uso de dispositivos ahorradores, entre otros; lo que permite a las empresas puedan adoptar medidas para alcanzar los ODS y con ello el fortalecimiento de su área ambiental, reduciendo sus costos y mejorando su competitividad empresarial.

Díaz (2019), en su investigación, que aborda la gestión de pérdidas del agua en Colombia, indica que un bajo porcentaje de agua dulce es accesible para el consumo humano, considerando que los países deben establecer políticas públicas y los mecanismos para su control; afirmando que en Colombia se promociona y establecen políticas para

controlar el recurso hídrico, con un manejo y uso eficiente del agua a pesar de que no es escaso; entre sus conclusiones, considera cinco pasos como mínimo hacia la gestión y eficiencia del recurso, entre ellas el fomento de una cultura ciudadana que esté orientada a su ahorro y a su uso eficiente por el valor que este representa, manifestando que en el país, queda mucho por mejorar para reducir sus pérdidas y usar eficientemente el recurso, hacia una buena administración de éste, que garantice su disponibilidad para que las futuras generaciones cuenten con un suministro de agua potable.

Gomez (2018), en su artículo de investigación sobre gestión estratégica de costos como una herramienta de competitividad, tras considerar que en un contexto cada vez más complejo en el mundo, motiva a que las empresas sean competitivas para su permanencia en el mercado, por lo que estudió cómo la gestión estratégica de costos posibilita una mayor competitividad en las empresas, requiriéndose para ello un cambio de paradigma, de una manera diferente de visualizar los costos basados en Porter (1993) para competitividad y el de Shank John (1995) para la gestión estratégica de costos; tras analizar algunas investigaciones colombianas, detectó la aún poca importancia dada a los costos en el manejo de la estrategia de competencia hacia el posicionamiento y mantención de las empresas en el mercado, con manejos aún de costos dentro de la contabilidad tradicional, despreocupándose su valor para la sostenibilidad empresarial bajo los criterios de competitividad; por lo que instó a estas organizaciones y a las PYMES para que orienten sus actividades hacia un cambio de paradigma, como principales fuentes de generación de empleos y el bienestar social.

2.1.2 Investigaciones nacionales

Cueva y Rosado (2022), Universidad César Vallejo, evaluaron el efecto de implementar un programa de mantenimiento para un sistema de bombeo en la mejora de su

disponibilidad y confiabilidad en una empresa, realizando el diagnóstico inicial del sistema de bombeo, análisis de criticidad de los equipos, entre otros objetivos secundarios. concluyendo que con el diagnóstico encontró que se poseía un 74,53 % en el índice de disponibilidad y 98,29 % en el índice de confiabilidad, y que tras implementar el plan de mantenimiento para el grupo de bombas basado en el Análisis Causa Raíz, se logró beneficios económicos tras reducir las horas perdidas y los costos de mantenimiento, retornando la inversión en 8 meses.

Parodi (2022), Universidad César Vallejo, estudió en una empresa, proponiéndose a determinar el nivel de gestión empresarial de la EPS Moyobamba S.A. en 2021, y su relación con la calidad de servicio. Concluye para el nivel de gestión empresarial como bueno 24 %, regular 45 % y malo 31 %; a su vez, reporta los niveles de gestión empresarial en sus dimensiones planificación (bueno 23 %, regular 43 % y malo 34 %), organización (bueno 28 %, regular 34 % y malo 38 %), dirección (bueno 28 %, regular 38 % y malo 34 %) y control (bueno 23 %, regular 41 % y malo 36 %); por otro lado, reporta que el nivel de calidad en el servicio es bueno 28 %, regular 41 % y malo 31 %; afirmando en su conclusión que con p-valor 0,000 y coeficiente Rho de Spearman 0,997 la presencia de una relación positiva y significativa alta de la gestión empresarial con la calidad de servicio de agua en la empresa.

Moreno y Carhuancho (2021), en su estudio analizaron los costos en una empresa de la ciudad de Lima, considerando que la gran mayoría de empresas, no tienen estructurado sus costos y un eficiente control de inventario, necesarios para no perder el mercado, a consecuencia de competidores que ofertan productos similares a costos más bajos y con la misma calidad; por lo que estudió la estructura de costos de producción en la empresa; 1) materia prima, 2) mano de obra y 3) costos de fabricación, para la mejora

de la asignación de costos del producto, y con ello sincerar sus precios y mejora de la competitividad en el ámbito nacional e internacional; evidenciando inicialmente en la empresa la inexistencia de una estructura de costos, lo que provocaba un mayor consumo de materiales según lo requerido por producción, logrando establecer una estructura de costos de producción, favoreciendo el sinceramiento de sus precios, las decisiones y proyecciones de la empresa al futuro.

De la Cruz (2020), en su artículo de investigación analizó la relación existente entre la optimización de la gestión empresarial y la rentabilidad de EMAPA Cañete S. A., afirmando que con la optimización de la gestión de cobranzas, comprobó que a mayor recaudación se genera un mayor beneficio bruto el cual incrementa el total activo de la empresa, con valores favorables en el índice de rentabilidad sobre el activo; respecto a la optimización de la gestión financiera logró un mayor posicionamiento en la liquidez, conllevando a la mejora de la rentabilidad sobre el patrimonio y financiera de la empresa. Con ello, llegó a concluir la existencia de un nivel alto de correlación entre las dos variables, al demostrar una relación directa de la optimización de la gestión empresarial, tanto en sus componentes de gestión comercial, contable y financiera con la rentabilidad económica de la empresa.

Arellano y Lindao (2019), en su investigación estudiaron cómo la gestión y la calidad del agua potable afectan el consumo de agua embotellada, realizando el estudio en 11 ciudades de Ecuador, estudiando las correlaciones de la calidad del agua potable con la gestión de las empresas comercializadoras, así como el efecto que tiene en el consumo de agua embotellada, evaluando el cumplimiento de parámetros de color, p, turbiedad, cloro residual, sólidos totales disueltos y coliformes, a través del índice de gestión y de calidad del agua potable (Ingecap), evaluando la calidad del agua de la red pública por reportes de

los usuarios sobre los parámetros organolépticos olor, color, sabor y presencia de tierra; logrando establecer una relación significativa de las percepciones organolépticas de los usuarios y el “Ingecap”; afirmando en sus conclusiones que la gestión del agua potable representa el principal factor que influye en su calidad y en consecuencia en el consumo de agua embotellada, refiriéndose como gestión a los análisis periódicos de su calidad y provisionamiento continuo que brindan las empresas públicas a los usuarios; que por una gestión deficiente en cantidad y calidad crea mayor desconfianza e insatisfacción de los usuarios, lo que conlleva al consumo de agua embotellada

2.2 Bases teóricas

2.2.1. Gestión del agua para calderas

La Asociación Española para la Calidad (AEC, s.f.), considera a la gestión del agua para calderas como el conjunto de actividades hacia el uso sostenible y adecuado del recurso, siendo sus directrices fundamentales en su gestión: la reducción, reutilización y reciclaje.

2.2.1.1. Tratamiento del agua para calderas

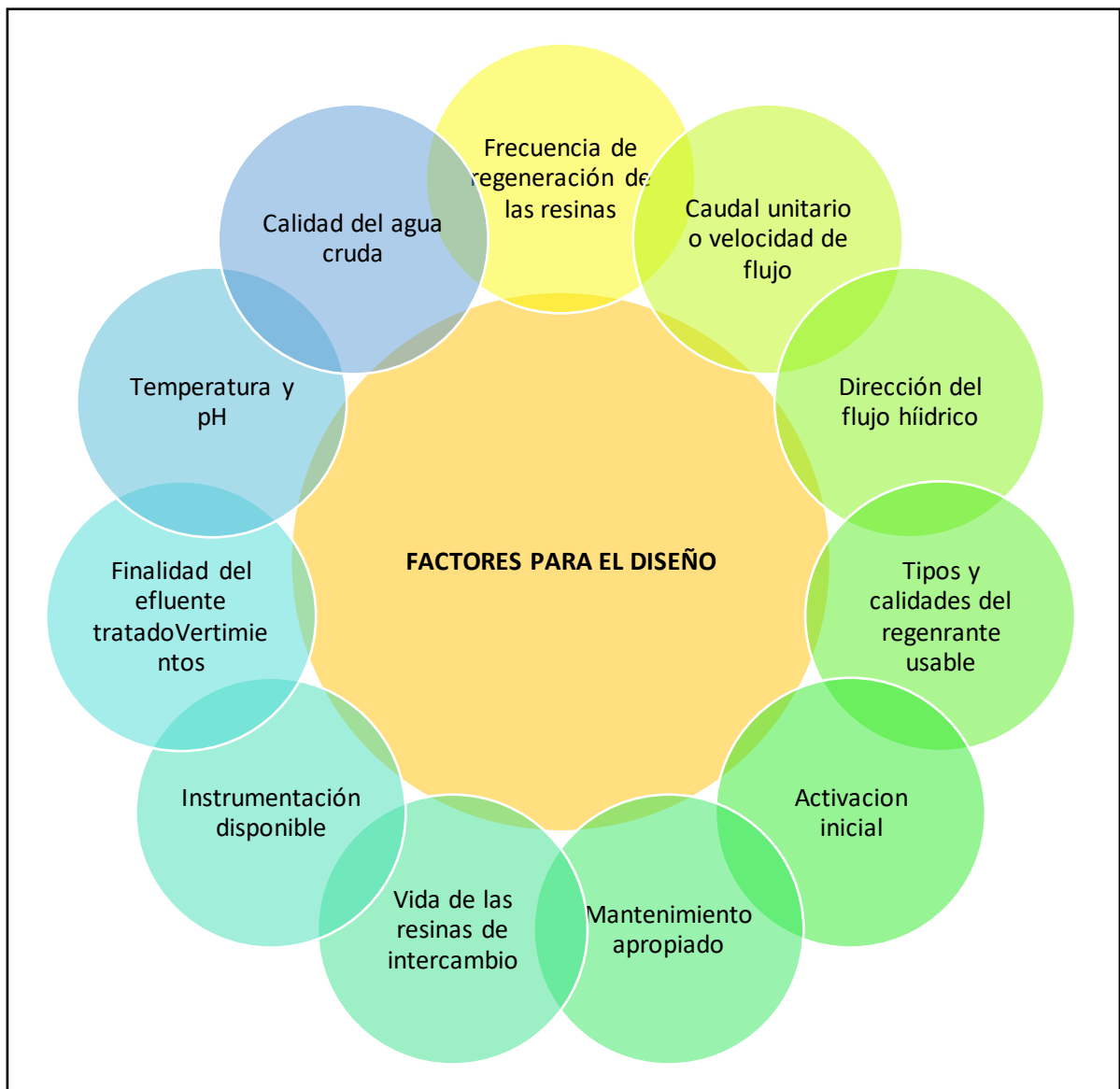
a) Intercambio iónico

Columna de intercambio cinco

De acuerdo a Vergara (1984), los materiales de construcción que se usan en columnas cilíndricas de intercambio iónico son generalmente metálicos o plásticos, existiendo factores que condicionan su diseño, como las mostradas en la Figura 2.

Figura 2

Factores para el diseño de equipos de intercambio iónico.



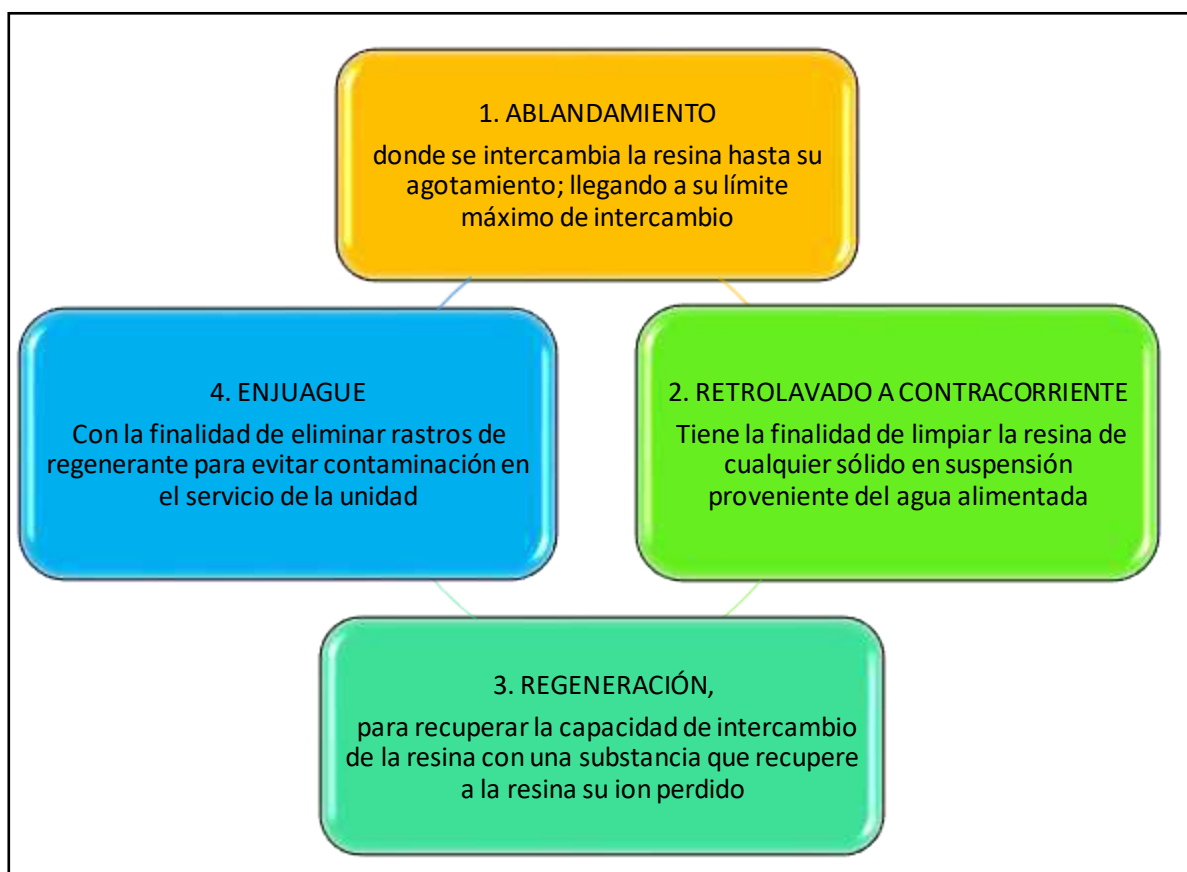
Nota. Adaptado de Vergara (1984).

Etapas de operación

Para el caso de los equipos ablandadores utilizados para tratar el agua que se alimenta preferentemente a las calderas de bajas presiones, Vergara (1984) hace indicaciones de las cuatro etapas que se efectúan durante el ciclo de intercambiador iónico, como se detalla en la Figura 3.

Figura 3

Etapas en la operación de equipos de intercambio iónico.



Nota. Adaptado de Vergara (1984).

Ablandadores

Adicionalmente a lo señalado, se describe a continuación dos de las cuatro operaciones realizadas en los equipos ablandadores:

- Ablandamiento de agua

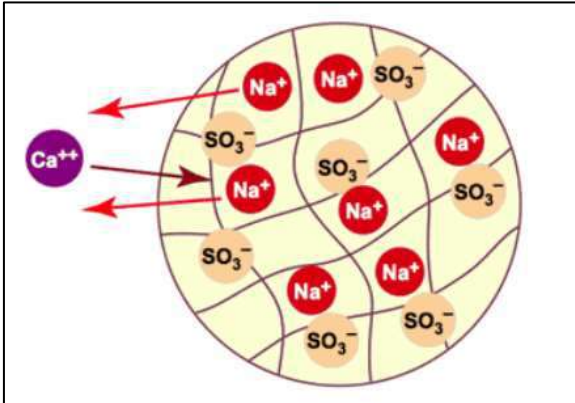
De Dardel (2019) indica que el catión de Na^+ que contiene la resina ciclo sodio, se intercambian con los cationes de Ca^{+2} y Mg^{+2} que contiene el agua, comúnmente denominada agua dura, obteniendo tras el intercambio agua blanda, mediante el siguiente mecanismo de reacción:



Y cuya representación se indica en la Figura 4.

Figura 4

Representación del proceso de intercambio iónico en la resina.



Nota. Recuperado de De Dardel (2019).

- **Regeneración de un ablandador**

Al respecto, De Dardel (2019) muestra el proceso inverso, donde en la regeneración los cationes de Ca^{+2} y Mg^{+2} se sustituyen con los cationes de Na^+ disponible tras aplicarse una solución de salmuera al 10 % de cloruro de sodio (NaCl), mediante el mecanismo de reacción siguiente:



b) **Ósmosis inversa**

Sobre la situación en que se usa la ósmosis inversa, Cid (2012) indica que a concentraciones mayores a 1,5 g/L en el contenido salino, se hace más costoso la desmineralización del agua debido a los elevados consumos de los regenerantes en cada

ciclo de operación, siendo preferible utilizar en estos casos la ósmosis inversa, lo que logra eliminar por el uso de membranas semipermeables entre un 90 a 95 % de estas sales, sin utilización de algún regenerante y manteniendo la temperatura del agua a la salida del tratamiento.

Vergara (1984), ya indicaba su uso para desalinizar el agua de mar y aguas de otras fuentes con cargas orgánicas e inorgánicas importantes, se extiende rápidamente su uso por su gran versatilidad, bajos costos del equipo y por el rendimiento obtenido del agua permeada por volumen de agua alimentado, obtenida por la separación de los compuestos de la solución por la presión a que está sometida una membrana semi permeable.

2.2.1.2. Corrientes de proceso en las calderas

a) Agua de alimentación

Spirax Sarco (1999), sobre el agua de alimentación indica que es necesario minimizar las pérdidas energéticas que ocurren en los tanques de almacenamiento de agua condensada obtenida tras la condensación del vapor, lo que permite reducir el añadido de agua fresca al proceso, produciéndose mayores pérdidas de energía por la superficie del agua caliente y por bajo aislamiento de los depósitos, en ese sentido la aplicación de mantas flotantes y el aislamiento adecuado de los tanques de almacenamiento evitan que se pierda calor apreciablemente.

A su vez, la Agencia Andaluza de Energía (2011) indica que se instala economizadores en los ductos de chimenea de gases de combustión calientes para recuperar la energía térmica residual que aún poseen estos gases provenientes del hogar de las calderas y con ello lograr elevar la temperatura del agua alimentada a las calderas y reducir el consumo de combustible.

b) Aire de combustión

Sobre el aire suministrado a las calderas, la Agencia Andaluza de Energía (2011), indica que habitualmente se instalan recuperadores en la línea o ducto de alimentación del aire desde el exterior al hogar de la caldera, con objeto de calentarla con los gases de combustión aun calientes provenientes del hogar de la caldera antes de su evacuación al exterior por la chimenea, la que reduce el gasto en combustible, mejorando su eficiencia.

c) Combustible

Sobre el uso de combustibles en las calderas, Spirax Sarco (1999) indica la importancia que posee la instalación de un quemador de combustible, que permita dosificar correctamente la proporción de aire y combustible adecuada.

Adicionalmente, la Agencia Andaluza de Energía (2011) considera muy importante controlar la combustión en la caldera, liberando el máximo de energía posible desde el combustible, siendo deseable que se desarrolle la combustión completa, manteniendo adecuadamente un exceso de aire que garantice el mínimo teórico para lograr la combustión completa, y con ello reducir al mínimo la energía perdida en los gases de chimenea, debiendo controlarse su exceso el cual provocaría pérdidas energéticas en los gases de combustión.

d) Gases de chimenea

De importancia en la eficiencia de una caldera, al respecto Spirax Sarco (1999), indica que es aquí donde se presenta la mayor pérdida de energía, por lo que debe controlarse que los tubos en el hogar de la caldera estén limpios, y además que el exceso de aire sea controlado eficientemente, manteniendo controlado el exceso de aire, lo que posibilitará en los gases de chimenea una reducción en la energía calorífica perdida, un dióxido de carbono

elevada y pequeña cantidad de oxígeno residual; por lo que la temperatura, la medida de estos gases presentes, permite cuantificar las pérdidas de energía en los gases de chimenea.

e) Vapor generado

Armstrong (1998) indica que es el resultado de añadir energía calorífica a través de la quema de un combustible, logrando evaporar el agua que contiene la caldera al alcanzar su temperatura de ebullición a la presión de trabajo de la caldera, manteniéndose su temperatura constante mientras aún se produzca evaporación y se mantenga constante su presión; el vapor generado frecuentemente se utiliza para transportar energía calorífica a otros lugares donde se le requiera, pudiendo ser usado como vapor directo o vapor de calefacción en diferentes partes del proceso.

Adicionalmente, Spirax Sarco (1999) sostiene que si la demanda de vapor de la caldera se mantiene estable, la calidad del vapor se aproxima de 96 % a 99 %, pudiendo afectarse por los cambios repentinos de carga, produciendo vapores húmedos que traería inconvenientes para su uso en el proceso fabril.

f) Purga de caldera

Se realiza por el incremento de los sólidos en el interior de la caldera, la Agencia Andaluza de Energía (2011) indica que la alimentación de agua a la caldera contiene Sólidos Totales Disueltos, y que se va acumulando por el proceso de evaporación, por lo que se debe purgar para reducirlo y mantenerlo dentro de los márgenes al igual que los sólidos en suspensión, evitando así la precipitación de los sólidos en las paredes internas de los tubos, la cual reduciría la transferencia de calor, reduciendo su eficiencia; debe controlarse para que la evacuación sea mínima para evitar las pérdidas de energía y el costo que involucra en reponer el agua en su tratamiento, calentamiento y bombeo ante un exceso de purga.

Asimismo, Spirax Sarco (1999) indica que en todas las calderas se realiza las purgas de fondo periódicamente, en vista que puede presentarse la acumulación de lodos en el fondo hasta niveles peligrosos en la caldera.

Por otro lado, sobre el vapor flash, Armstrong (1998) indica que los fluidos calientes que se encuentran presurizados, al pasar a un ambiente de menor presión tienden a liberar el excedente de energía que disponen en forma de vapor, conocido como vapor flash o vapor secundario, pudiendo aprovecharse en otras unidades para no desperdiciar tal energía.

2.2.2 Costos de operación

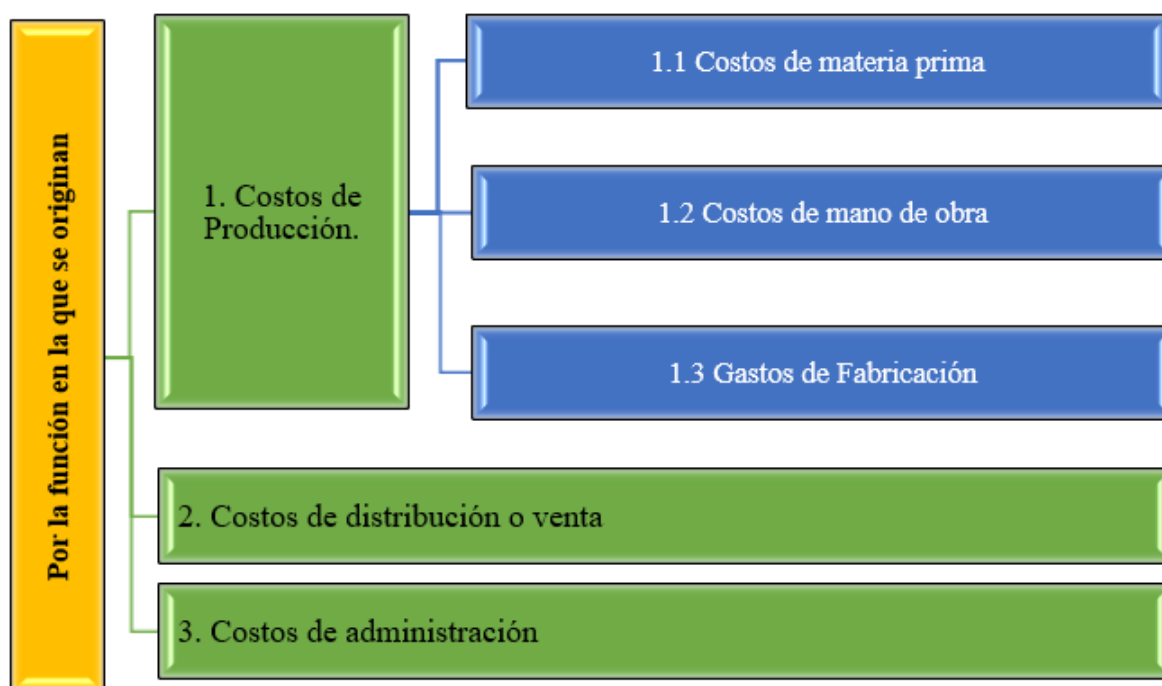
Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, s.f.) sostienen que los costos de operación también se les llama costos de producción, representando los gastos requeridos para que opere un proyecto, una línea de proceso o un equipo; en las empresas estándar el beneficio bruto representa la diferencia del ingreso y los costos de producción.

En ese sentido, los costos de producción, según Flores (2006) son “Aquellos que están integrados por tres elementos: Materia prima, salarios directos y cargos indirectos de fabricación, aplicables a empresas industriales de transformación” (p. 18).

En la Figura 5, se detalla la ubicación de este tipo de costos por su función de origen.

Figura 5

Costos por la función en la que se originan



Nota. Adaptado de Flores (2006, p,21).

2.2.2.1 Elementos del costo industrial

a) Materias primas

Para la satisfacción de las necesidades, se tiene a la naturaleza como fuente de provisionamiento de todos los elementos requeridos, y en ese sentido las materias primas constituyen la base de los productos industriales, integrándola y presentando al final diferentes cualidades en el producto; en este rubro se consideran a todos aquellos bienes que permiten producir determinados productos semielaborados o terminados (Giraldo, 2006).

Materiales directos

Llamadas también materias primas esenciales, y constituyen la base en la fabricación de los productos, sin ella no es posible su fabricación, por lo que constituye el material

principal que forma parte de los productos elaborados en una empresa, y que sin ella no sería posible su producción, siendo a la vez es directo porque su consumo puede identificarse e individualizarse con precisión (Giraldo, 2006).

b) Mano de obra

Es el costo de remuneración del trabajo humano por el esfuerzo realizado en transformar la materia prima, por lo que su costo se le identifica en el producto elaborado (Giraldo, 2006).

Mano de obra directa

También llamada salarios, aplicado de manera directa al producto a elaborar y representa el trabajo físico, y que al estar en relación directa a la materia prima transformándola se le conoce como mano de obra directa (Giraldo, 2006).

c) Gastos de fabricación

En general, también se le conoce como costos indirectos, y se consideran a aquellos costos de apoyo en el proceso productivo, que intervienen indirectamente en él, no siendo posible identificarlos de manera directa a las unidades de producto, y representa a todos los gastos que se originan en la actividad fabril, por lo que son aquellos costos que no sean materia prima y mano de obra directas; constituyendo por ello, a los materiales y mano de obra indirectas (Giraldo, 2006).

Materiales indirectos

También se les llama materias primas auxiliares o complementarias, su importancia es secundaria al elaborarse el producto, representa a todos los suministros necesarios para la

producción, siendo antieconómico su individualización en el producto elaborado, por lo que se le aplica el prorrateo para el reparto y distribución de sus costos (Giraldo, 2006).

Mano de obra indirecta

Llamado también sueldos, y representa el costo de remuneración que origina el trabajo intelectual en toda la planta y que no es posible atribuirse específicamente a un proceso o producto determinado, laboran en la empresa sin intervención directa con la fabricación del producto, y como el caso anterior no es posible asignarlos con precisión a la unidad producida, por lo que se le realiza los prorrateos de manera indirecta (Giraldo, 2006).

Otros gastos indirectos

Según Giraldo (2006), se tiene otros gastos de fabricación, diferentes a los materiales y mano de obra indirectas, que se generan en la planta de producción, entre ellos a los sueldos, administrativos, alquileres, fuerza motriz, luz, seguros, impuestos, calefacción, herramientas, gastos, combustibles, lubricantes, limpieza y otros.

2.3 Bases filosóficas

Considerando que la disponibilidad del agua dulce va disminuyendo en diferentes lugares de nuestro planeta, y que en algunos países se ve bastante agudizada, se ha considerado en ese sentido las afirmaciones del Ministerio del Ambiente (2009) sobre la ecoeficiencia, quien indica: “La ecoeficiencia es una filosofía administrativa que impulsa a las empresas a buscar mejoras ambientales, paralelamente con los beneficios económicos. Se enfoca en las oportunidades de negocios, y permite a las empresas ser más responsables ambientalmente y más rentables” (p. 2).

Por otro lado, otro problema que se está dando en la actualidad es la privatización de recursos, entre ellos el agua, así como lo manifestaba Ávila-García (2016) al indicar que cobra relevancia la ecología política, como un campo de análisis de la problemática ambiental en el campo social y político, asociada a la mundialización capitalista, manifestado por las privatizaciones de los recursos naturales estratégicos, afectación de bienes comunes y la devastación del medio ambiente.

2.4 Definición de términos básicos

Agua blanda

Camacho y Ariosa (2000) define: “Agua libre de sales de calcio y magnesio” (p. 19).

Caldera

Spirax Sarco (1999) define:

Las calderas son la parte más importante del circuito de vapor, después de todo, es donde se crea el vapor. Una caldera puede definirse como un recipiente en el que se transfiere la energía de calorífica de un combustible a un líquido. En el caso de vapor saturado, la caldera proporciona también energía calorífica para producir un cambio de la fase de líquido a vapor. (p. 3)

Condensado

Armstrong (1998) define:

El condensado es un producto secundario de la transferencia de calor en un sistema de vapor. Se forma en el sistema de distribución debido a la inevitable existencia de

radiación. También se forma en equipos de calentamiento y de proceso debido a la transferencia de calor del vapor a la sustancia que se desea calentar. (p. 6)

Conservación

Camacho y Ariosa (2000) define:

Manejo del uso, por parte de los seres humanos de organismos o ecosistemas con el propósito de garantizar su sostenibilidad. Incluye, además, el uso controlado sostenible, la protección, el mantenimiento, el restablecimiento y el incremento de las poblaciones, los ecosistemas y todos los recursos. (pp. 28, 29)

Filtración

Camacho y Ariosa (2000) define: “Proceso en el que se opera la separación de sustancias en diferentes estados de agregación” (p. 39).

Vapor de agua

Armstrong (1998) define “Vapor es un gas invisible que se genera cuando se le añade energía calorífica al agua en una caldera” (p. 6).

Vapor flash

Armstrong (1998) “Cuando se tiene condensado caliente o agua hirviendo, presurizados, y se libera a una presión más baja, parte de esos líquidos se vuelven a evaporar” (p. 5).

2.5 Hipótesis de investigación

2.5.1 Hipótesis general

- La gestión del agua para calderas reduce significativamente los costos de operación de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.

2.5.2 Hipótesis específicas

- La gestión del agua para calderas reduce significativamente el costo de materiales de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.
- La gestión del agua para calderas produce cambios significativos en el costo de mano de obra de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.
- La gestión del agua para calderas aumenta significativamente el costo de fabricación de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023

2.6 Operacionalización de las variables

Ñaupas et al. (2018) consideran como un procedimiento lógico a la operacionalización de variables, mediante el cual se transforman y descomponen las variables teóricas en otras intermedias, empíricas o indicadores, hasta elaborar los reactivos de acuerdo a los indicadores considerados. En ese sentido, se elaboró la Tabla 1.

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Subdimensiones	Indicadores	Valor final	Escala		
VI Variable independiente 1. Gestión del Agua para Calderas	AEC (s.f.), “la gestión del agua es aquel conjunto de actividades que se llevan a cabo para hacer un uso sostenible y adecuado de este recurso. Las directrices fundamentales de la gestión del agua son las siguientes: Reducción, Reutilización y Reciclaje” (párr. 2). Sobre la caldera Spirax Sarco (1999) “(...) recipiente en el que se transfiere la energía de calorífica de un combustible a un líquido. En el caso de vapor saturado, la caldera proporciona también energía calorífica para producir un cambio de la fase de líquido a vapor” (p. 3).	Se realiza inicialmente el diagnóstico, y con ello la posterior implementación del sistema de ósmosis inversa para mejorar la gestión del agua en la empresa, desde el abastecimiento, tratamiento y generación del vapor.	1.1	Gestión del agua para calderas solo con sistema de ablandamiento	<ul style="list-style-type: none"> Balance mensual de agua Componentes principales con el sistema de tratamiento con ablandadores 	<ul style="list-style-type: none"> Flujo de corrientes de proceso en todo el sistema Sistema de extracción y filtración de agua. Sistema de ablandamiento. Tratamiento externo. Sistema de generación de vapor 	<ul style="list-style-type: none"> m³ Descripción Descripción Descripción Descripción 	<ul style="list-style-type: none"> Razón Nominal Nominal Nominal Nominal 	
			1.2	Gestión del agua para calderas con la implementación de ósmosis inversa	<ul style="list-style-type: none"> Balance mensual de agua Componentes principales con el sistema de tratamiento con ósmosis inversa 	<ul style="list-style-type: none"> Flujo de corrientes de proceso en todo el sistema Sistema de extracción y filtración de agua. Sistema de ablandamiento. Sistema de ósmosis inversa. Tratamiento externo. Sistema de generación de vapor 	<ul style="list-style-type: none"> m³ Descripción Descripción Descripción Descripción Descripción 	<ul style="list-style-type: none"> Razón Nominal Nominal Nominal Nominal Nominal 	
			2.						
V2 Variable dependiente 3. Costos de Operación	Según la FAO (s.f.) indica que“(…) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento.” (párr 1).	El costo de operación se mide de acuerdo a los materiales, mano de obra y costos de fabricación que fluctuaron antes y después de la implementada la gestión del agua al instalar el sistema de ósmosis inversa para la generación de vapor en la empresa.	1.1	Materiales	<ul style="list-style-type: none"> Insumos Agua Vapor Combustible 	<ul style="list-style-type: none"> Costo de insumos Costo del agua Costo de vapor Costo de combustible 	<ul style="list-style-type: none"> US\$ US\$ US\$ US\$ 	<ul style="list-style-type: none"> Razón Razón Razón Razón 	
			1.2	Mano de Obra	<ul style="list-style-type: none"> Personal 	<ul style="list-style-type: none"> Costo de mano de obra 	<ul style="list-style-type: none"> US\$. 	<ul style="list-style-type: none"> Razón 	
			1.3	Costos de Fabricación	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento Energía Eléctrica Depreciación 	<ul style="list-style-type: none"> Costos de mantenimiento Costo de energía eléctrica Costo de depreciación 	<ul style="list-style-type: none"> US\$ US\$ US\$ 	<ul style="list-style-type: none"> Razón Razón Razón 	

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Tipo de investigación

Según SINCIE (2021) se tiene cuatro tipos que son exhaustivos y excluyentes, al ser clasificable en una de ellas y pudiendo ser considerado en uno de los grupos. En ese sentido para el estudio se considera:

- Estudio *observacional*, debido a que la recogida de datos del efecto que tiene la gestión del agua para calderas en los costos de operación de Naltech S.A.C., se realizó tal como estaba operando la empresa antes y después de instalarse el sistema de ósmosis inversa, limitándose el investigador sólo a recoger la información en ambos momentos.
- Estudio *prospectivo*, en base a que el investigador tomó las mediciones del costo de operación antes y después de instalarse el sistema de ósmosis inversa en la empresa, por lo que representa una fuente primaria de información.
- Estudio *longitudinal*, por la naturaleza de la investigación al realizarse la medición del costos de operación de la empresa en dos momento, previo y posterior a la gestión del agua para calderas con la instalación del sistema de ósmosis inversa.

- Estudio *analítico*, al ser posible la aplicación de un análisis estadístico de los costos de operación valorizados antes y después de la gestión del agua para calderas al instalarse el sistema de ósmosis inversa.

Asimismo, Vara (2015) indica que una investigación puede ser básica o aplicada, dependiendo de la creatividad del investigador y que actualmente estas presentan un mayor valor si solucionan problemas y a la vez suman al conocimiento científico, siendo por ello que en las investigaciones aplicadas se identifica el problema y de acuerdo al contexto en particular, se utiliza o aplica la solución más adecuada.

En base a ello, la investigación es *aplicada* porque contempla la utilización de nuevas tecnología como el sistema de ósmosis inversa para incrementar el ingreso empresarial

3.1.2 Nivel de investigación

Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) consideran que del alcance del estudio dependerá el diseño de la investigación, teniéndose cuatro niveles de investigación, siendo el de mayor nivel los estudios de nivel explicativo, como aquellos que a parte de describir los fenómenos o variables, responden a las causas, explicando por qué la ocurrencia de un fenómeno y en las condiciones en la que se manifiesta.

En ese sentido, la investigación presenta un nivel *explicativo*, por el hecho que se estudió el efecto de la gestión del agua con la instalación del sistema de ósmosis inversa en los costos de producción, con un análisis pre test y post test.

3.1.3 Enfoque de investigación

Para Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) se tiene tres enfoques: el cualitativo, cuantitativo y mixto, donde el enfoque mixto entrelaza y mezcla a las dos anteriores en un

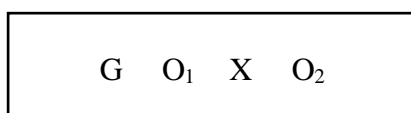
solo estudio. Por ello, la investigación corresponde a un *enfoque mixto*, donde el enfoque *cualitativo* se aplica en la descripción del sistema de ósmosis inversa que constituye la gestión del agua para las calderas y el enfoque *cuantitativo* al contabilizar los costos de materiales, mano de obra y costos de fabricación antes y tras la instalación del sistema de ósmosis inversa, datos recabados de la empresa que posibilita el procesamiento estadístico para el contraste de las hipótesis planteadas.

3.1.4 Diseño de investigación

Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) consideran que en la ruta cuantitativa, se aplica los diseños para un análisis certero de las hipótesis formuladas, que dan respuesta a las interrogantes planteadas. A su vez, Carrasco (2017) considera los estudios no experimentales y experimentales, respecto a este último considera el diseño pre experimental, como aquel en donde se recaba información previa en el pre test, previo a la aplicación de algún tratamiento y posterior a ello analizar los cambios producidos con la prueba post test. Considerándose por ello para el estudio el *diseño pre experimental*, mostrándose su representación en la Figura 6, conjuntamente con sus significados.

Figura 6

Diseño de la investigación.



Donde G : Sistema de agua para calderas.

O₁: Observación pre test de los costos de operación.

X: Aplicación de la gestión del agua con la instalación de ósmosis inversa.

O₂: Observación post test de los costos de operación.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Para Córdoba (2017) la población representa al conjunto de unidades de investigación, siendo necesario delimitarse espacialmente y temporalmente.

De acuerdo a ello, con lo observado en la empresa Naltech S.A.C., la población corresponde al estudio de las “Unidades de abastecimiento, tratamiento del agua y generación de vapor en las calderas de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023”.

3.2.2 Muestra

También, Córdoba (2017) considera a la muestra como una porción de la población, que puede o no ser obtenido mediante un muestreo probabilístico.

En base a esta afirmación, y al estudiarse al sistema del agua que abarca desde su extracción hasta la generación de vapor en las calderas de la empresa, se ha considerado que la muestra corresponde a la misma población: “Unidades de abastecimiento, tratamiento del agua y generación de vapor en las calderas de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023”

3.3 Técnicas de recolección de datos

3.3.1 Técnicas a emplear

Documental

De acuerdo a Córdoba (2017) la técnica documental se utiliza para acopiar datos de una variable desde documentos escritos o no, que ya fueron medidos y están disponibles.

Por tal razón, se utilizó la técnica documental para recabar información pre test de la empresa en lo relacionado al sistema de extracción y filtración de agua, sistema de

ablandamiento, tratamiento externo y sistema de generación de vapor; y en el post test los datos y costos de operación del sistema de ósmosis inversa instalado.

Observación

También, Córdova (2017) sobre esta técnica manifiesta que se aplica cuando se acopia los datos a través del uso de nuestros sentidos.

Técnica utilizada para complementar con los acopios de datos facilitados en la planta, con mediciones propias del investigador en el diagnóstico de la gestión del agua y los costos de operación.

3.3.2 Instrumento utilizado

- Ficha documental.
- Ficha de observación.
- Analizador multiparamétrico de agua.

3.3.3 Procedimiento

Se realizó el acopio de la información siguiendo las siguientes fases:

Fase 1. Coordinación con la Empresa para la ejecución del estudio.

Fase 2. Recopilar datos pre test del estudio, conformado por el sistema de extracción y filtración de agua, sistema de ablandamiento, tratamiento externo y sistema de generación de vapor.

Fase 3. Analizar los costos de operación a lo largo de todo el sistema pre test de las unidades de abastecimiento, tratamiento del agua y generación de vapor en las calderas de la empresa.

Fase 4. Analizar el sistema de ósmosis inversa instalado en la empresa.

Fase 5. Recopilar datos post test, conformado por el sistema de extracción y filtración de agua, sistema de ablandamiento, tratamiento externo y sistema de generación de vapor, más el sistema de ósmosis inversa instalado.

Fase 6. Analizar los costos de operación a lo largo de todo el sistema post test de las unidades de abastecimiento, tratamiento del agua y generación de vapor en las calderas de la empresa.

Fase 7. Analizar el efecto de la gestión del agua para calderas con la instalación del sistema de ósmosis inversa en los costos de operación.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Se procesaron los datos con ayuda una hoja de cálculo, tabulándose y graficándose para su análisis e interpretación.

Se trabajó a 5 % de significancia en los contrastes de hipótesis, utilizándose el estadístico t de Student para una muestra al considerar sólo las diferencias de los costos de operación de antes y posterior a la gestión del agua al instalarse el sistema de ósmosis inversa. Verificándose previamente que las diferencias de los costos en cada mes fueran evaluadas para los cuatro meses con las mismas cantidades de generación de vapor, y que también cumplan con las condiciones de normalidad para garantizar la idoneidad de la aplicación del estadístico.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

4.1.1 Gestión del agua para calderas solo con sistema de ablandamiento

Previo a las mejoras en el tratamiento de aguas, se trabajaba con un sistema de tratamiento externo a base de ablandadores, para asegurar la calidad del agua con que se alimenta a las dos calderas que posee la empresa, en el cumplimiento de sus estándares operativos. Resultados de balance de agua mostrados en la Tabla 2.

Tabla 2

Balance mensual de agua en cuatro meses con sistema de tratamiento con ablandadores

Mes	Agua fuente (TM)	Agua a Ablandadores (TM)	Agua a Desaireador (TM)	Agua a Calderas (TM)	Vapor generado (TM)
01	3 197,77	3 045,50	3 015,34	5 032,11	4 305,60
02	3 226,74	3 073,09	3 042,66	5 077,70	4 344,60
03	3 152,99	3 002,85	2 973,11	4 961,64	4 245,30
04	2 897,49	2 759,52	2 732,19	4 559,58	3 901,29

Asimismo, en la Figura 7 se representa las principales operaciones en el tratamiento del agua con el sistema de ablandamiento, indicándose en la Figura 8 los cuatro subsistemas:

- 1) Sistema de extracción y filtración de agua.
- 2) Sistema de ablandamiento.
- 3) Tratamiento externo.
- 4) Sistema de generación de vapor.

Figura 7

Balace de agua mensual con sistema de tratamiento con ablandadores

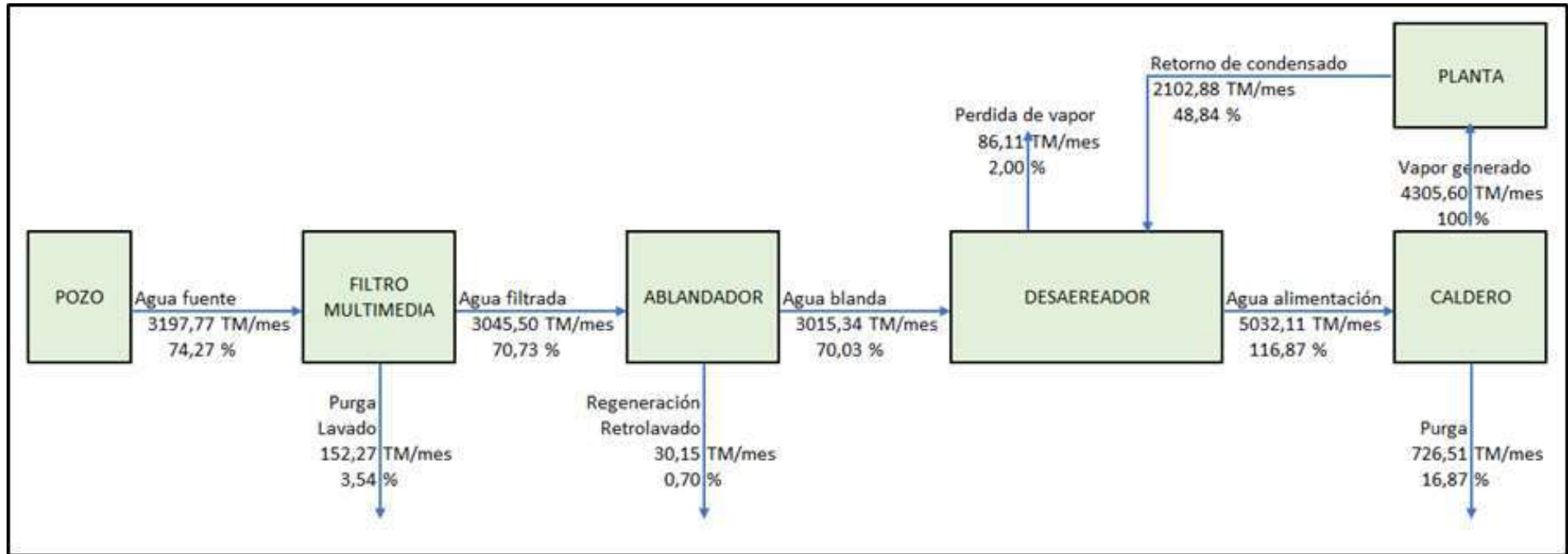


Figura 8

Componentes principales con el sistema de tratamiento con ablandadores

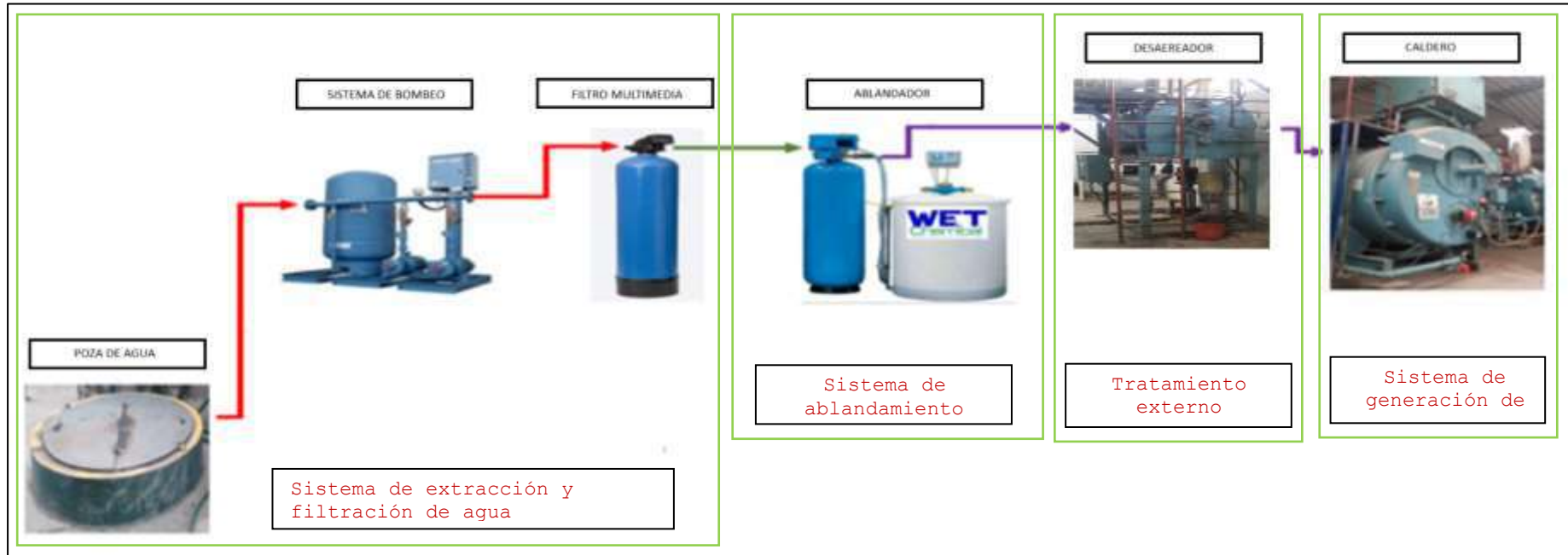


Tabla 3*Resumen de los costos de operación con tratamiento sólo con ablandadores*

N°	Sistema	Detalle de costos	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
1.	Extracción y filtración de agua	Materiales	1 937,48	1 964,74	1 911,06	1 765,4
		Mano de Obra	60,16	60,16	60,16	60,16
		Costos de Fabricación	471,32	471,48	471,09	469,75
		Sub total	2 468,96	2 496,38	2 442,31	2 295,31
2.	Ablandamiento	Materiales	2 556,07	2 579,23	2 520,27	2 316,05
		Mano de Obra	120,32	120,32	120,32	120,32
		Costos de Fabricación	561,85	561,99	561,62	560,34
		Sub total	3 238,24	3 261,54	3 202,21	2 996,71
3.	Tratamiento externo	Materiales	3026,77	3054,18	2984,23	2742,4
		Mano de Obra	60,16	60,16	60,16	60,16
		Costos de Fabricación	33,33	33,33	33,33	33,33
		Sub total	3 120,26	3 147,67	3 077,72	2 835,89
4.	Generación de vapor	Materiales	152 044,13	153 421,34	149 914,75	137 766,69
		Mano de Obra	240,64	240,64	240,64	240,64
		Costos de Fabricación	1 482,67	1 487,7	1 474,9	1 430,54
		Sub total	153 767,44	155 149,68	151 630,29	139 437,87
Costo total		Materiales	159 564,45	161 019,49	157 330,31	144 590,54
		Mano de Obra	481,28	481,28	481,28	481,28
		Costos de Fabricación	2 549,17	2 554,5	2 540,94	2 493,96
		Total	162 594,9	164 055,27	160 352,53	147 565,78

Como se aprecia en la Tabla 3 y Figura 9, el costo de operación con tratamiento sólo con ablandadores muestra un comportamiento uniforme en los cuatro meses de evaluación. En el análisis de los principales costos, en vista que los demás se mantienen invariables sea cual fuese el sistema de tratamiento instalado.

Figura 9

Costos de operación del sistema de tratamiento con ablandadores



4.1.1.1 Sistema de extracción y filtración de agua

La Tabla 4 muestra el resumen de los costos mensuales en el sistema de extracción y filtración de agua, durante la evaluación de cuatro meses, de acuerdo a lo recolectado y la experiencia del investigador.

Tabla 4

Costo mensual del sistema de extracción y filtración de agua

N°	Detalle de costos		Costo mensual (US\$)			
			Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
1.	Materiales	Aceite de lubricación bomba pozo tubular	50,8	60,96	50,8	55,88
		Agua	1 886,68	1 903,78	1 860,26	1 709,52
2.	Mano de Obra	Personal	60,16	60,16	60,16	60,16
		Mantenimiento	311,94	311,94	311,94	311,94
3.	Costos de Fabricación	Energía Eléctrica	16,78	16,94	16,55	15,21
		Depreciación	142,60	142,60	142,60	142,60

El cálculo de los costos mensuales de la Tabla 4, se detallan a continuación:

a) Costo de materiales en el sistema de extracción y filtración de agua

La Tabla 5 muestra el resumen del costo de aceite de lubricación para la bomba del pozo tubular, el cual se agrega a la bomba para lubricar sus componentes internos, reducir la fricción y el desgaste, lo que asegura un funcionamiento eficiente y prolonga su vida útil. Para el costo de aceite se considera el consumo de aceite y su costo unitario, de acuerdo a lo recolectado mediante un caudalímetro y la cotizaciones del investigador.

Tabla 5

Costos de aceite de lubricación de bomba pozo tubular

Mes	Consumo de aceite Galón	Costo unitario (US\$ / galón)	Costo mensual (US\$)
01	1,0	50,80	50,80
02	1,2	50,80	60,96
03	1,0	50,80	50,80
04	1,1	50,80	55,88

En la Tabla 6, se presenta un resumen del costo del agua del pozo tubular en 04 meses de operación, el cual depende de factores como la profundidad del pozo, tipo de bomba, energía, mantenimiento y permisos. El costo del agua extraída del pozo tubular se obtiene considerando el consumo de agua y el costo unitario.

Tabla 6

Costo de extracción de agua del pozo tubular

Mes	Consumo de agua m ³	Costo unitario (US\$ / m ³)	Costo mensual (US\$)
01	3 197,77	0,59	1 886,68
02	3 226,74	0,59	1 903,78
03	3 152,99	0,59	1 860,26
04	2 897,49	0,59	1 709,52

b) Costo de mano de obra en el sistema de extracción y filtración de agua

La Tabla 7 presenta el resumen del costo del operador, el cual realiza el control y monitoreo del sistema. El costo del operador se calcula considerando el costo del operador mensual en base a las horas de trabajo diario efectivo para el control en esta etapa, durante los cuatro meses evaluados.

Tabla 7

Costo del operador del sistema de tratamiento de agua

Mes	Costo operador (US\$/mes)	Horas de trabajo diario (h)	Horas útiles de trabajo diario (h)	Costo mensual (US\$)
01	481,28	8	1	60,16
02	481,28	8	1	60,16
03	481,28	8	1	60,16
04	481,28	8	1	60,16

c) Costo de fabricación en el sistema de extracción y filtración de agua

La Tabla 8 presenta el resumen del costo de mantenimiento del pozo tubular y accesorios, el cual se realiza cada 6 meses debido a su programa de higiene y saneamiento, en su cálculo considera el costo de mantenimiento y la frecuencia de mantenimiento.

Tabla 8

Costo de mantenimiento del pozo tubular y accesorios

Mes	Costo de mantenimiento (US\$/06 meses)	Frecuencia (meses)	Costo mensual (US\$)
01	1 871,66	6	311,94
02	1 871,66	6	311,94
03	1 871,66	6	311,94
04	1 871,66	6	311,94

En la Tabla 9, se da el resumen de energía eléctrica de extracción de agua desde el pozo tubular, proceso mediante el cual se extrae el agua subterránea del pozo utilizando una bomba mecánica. Este proceso es fundamental para acceder a recursos hídricos en áreas donde el agua superficial es escasa o no está disponible, para su cálculo consideró la potencia del motor, las horas de trabajo diario y por el costo unitario de energía.

Tabla 9

Costo de energía eléctrica para la extracción de agua del pozo tubular

Mes	Consumo de agua m ³	Caudal m ³ /s	Potencia del motor		Horas de trabajo diario (h)	Costo unitario (US\$/kWh)	Costo mensual (US\$)
			(HP)	(kW)			
1	3 197,77	0,0051	2,5	1,864	174,17	0,0517	16,78
2	3 226,74	0,0051	2,5	1,864	175,75	0,0517	16,94
3	3 152,99	0,0051	2,5	1,864	171,73	0,0517	16,55
4	2 897,49	0,0051	2,5	1,864	157,82	0,0517	15,21

En la Tabla 10, se tiene el resumen del costo de depreciación del sistema de bombeo y filtros multimedia, para lo cual se ha considerado un tiempo de vida útil de 5 años, esto debido a su duración de acuerdo al cuidado de sus zeolitas y control de operación que se lleve a cabo, costo de depreciación de la bomba de succión y filtros multimedia obtenido considerando el número de unidades, costo de equipo y su vida útil.

Tabla 10

Costo de depreciación de bombas de succión y filtros multimedia

Nº	Equipo	Número de unidades (Und)	Costo del equipo (US\$)	Vida útil (meses)	Depreciación mensual (US\$)
01	Sistema de bombeo y filtro multimedia	2	4 278,07	60	142,60

4.1.1.2 Sistema de ablandamiento

La Tabla 11 muestra el resumen de los costos mensuales durante los cuatro meses evaluados, de acuerdo a lo recolectado y la experiencia del investigador.

Tabla 11

Costo mensual del sistema de ablandamiento

N°	Detalle de costos		Costo mensual (US\$)								
			Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4					
1.	Materiales	Sal industrial	Sal granulada para regeneración de resinas	2 556,07	2 579,23	2 520,27	2 316,05				
2.	Mano de Obra	Personal	Operador del sistema de ablandamiento (25 %)	120,32	120,32	120,32	120,32				
3.	Costos de Fabricación	Mantenimiento	Tanque de agua filtrada y accesorios	216,33	216,33	216,33	216,33				
			Bomba de agua hacia ablandadores								
		Energía Eléctrica	Tanque de salmuera y ablandadores	83,33	83,33	83,33	83,33				
			Sustitución de resina de los ablandadores								
			Bomba de agua de alimentación al ablandador					15,99	16,13	15,76	14,48
			Bomba hidroneumática					150,70	150,70	150,70	150,70
Depreciación	Ablandador y tanque de salmuera	75,00	75,00	75,00	75,00						
	Filtros multimedia	20,50	20,50	20,50	20,50						

a) Costo de materiales en el sistema de ablandamiento

La Tabla 12 muestra el resumen de los costos del consumo de sal granulada para la regeneración del ablandador, el cual es esencial para mantener su eficiencia. La cantidad de sal requerida puede variar dependiendo del tamaño del sistema y de la dureza del agua tratada, para su cálculo se considera el rendimiento y el costo unitario.

Tabla 12

Costo por consumo sal granulada para regeneración de resinas

Mes	Generación de agua blanda		Requerimiento de resina pie ³	consumo de sal kg	Costo unitario (US\$ / kg)	Costo mensual (US\$)
	m ³	galón				
1	3 015,34	796 655,22	1 327,76	11 949,83	0,2139	2 556,07
2	3 042,66	803 873,18	1 339,79	12 058,10	0,2139	2 579,23
3	2 973,11	785 498,02	1 309,16	11 782,47	0,2139	2 520,27
4	2 732,19	721 846,76	1 203,08	10 827,70	0,2139	2 316,05

Nota. 1 pie³ requiere 9 kg sal, y 10 pie³ de resina genera 6 000 galones.

b) Costo de mano de obra en el sistema de ablandamiento

La Tabla 13 presenta el costo de operación por mano de obra, el cual tiene un papel crucial en el funcionamiento y operatividad del equipo, para su cálculo se considera el costo de operador diario considerando las horas útiles de trabajo en la operación del equipo.

Tabla 13

Costo del operador del sistema de ablandamiento

Mes	Costo operador (US\$/mes)	Horas de	Horas útiles de	Costo mensual (US\$)
		trabajo diario (h)	trabajo diario (h)	
01	481,28	8	2	120,32
02	481,28	8	2	120,32
03	481,28	8	2	120,32
04	481,28	8	2	120,32

c) Costo de fabricación en el sistema de ablandamiento

La Tabla 14 detalla el resumen del costo de mantenimiento del sistema de ablandamiento conformado por el tanque de agua filtrada y accesorios, bomba de agua hacia ablandadores, el tanque de salmuera y ablandadores, la cual es importante para asegurar su eficiencia y prolongar su vida útil, calculado en base al costo y frecuencia de mantenimiento.

Tabla 14

Costo por mantenimiento del sistema de ablandamiento (tanques y ablandadores)

Mes	Costo de mantenimiento (US\$/12 meses)	Frecuencia (meses)	Costo mensual (US\$)
01	2 596,00	12	216,33
02	2 596,00	12	216,33
03	2 596,00	12	216,33
04	2 596,00	12	216,33

En la Tabla 15, se presenta el resumen de la sustitución de resinas del ablandador, lo que permite mantener la eficacia del sistema y asegurar la calidad del agua tratada, el cual presenta una vida útil de 4 años, para su cálculo se consideró la capacidad del equipo, el costo unitario y periodo de sustitución de la resina.

Tabla 15

Costo de sustitución de resinas del equipo ablandador

Mes	Capacidad del equipo Pie ³	Costo unitario (US\$/ Pie ³)	Sustitución de resina (meses)	Costo mensual (US\$)
01	20	200	48	83,33
02	20	200	48	83,33
03	20	200	48	83,33
04	20	200	48	83,33

Nota. Sustitución de resinas cada 4 años.

La Tabla 16 muestra el resumen del costo de energía para bombear el agua hacia el ablandador, para su cálculo considera la potencia del motor, las horas de trabajo diario y el costo unitario.

Tabla 16

Costo de energía eléctrica de bombeo de agua de alimentación al ablandador

Mes	Consumo de agua m ³	Caudal m ³ /s	Potencia del motor		Horas de trabajo equivalente (h)	Costo unitario (US\$/kWh)	Costo mensual (US\$)
			(HP)	(kW)			
1	3 045,50	0,0051	2,5	1,864	165,88	0,0517	15,99
2	3 073,09	0,0051	2,5	1,864	167,38	0,0517	16,13
3	3 002,85	0,0051	2,5	1,864	163,55	0,0517	15,76
4	2 759,52	0,0051	2,5	1,864	150,30	0,0517	14,48

En la Tabla 17, se indica la depreciación del sistema de ablandamiento, el cual se refiere a la disminución del valor de dicho sistema a lo largo del tiempo, debiéndose al uso, desgaste y obsolescencia del equipo, para los cuatro meses evaluados, para su cálculo se considera el número de unidades, el costo del equipo y su vida útil, de acuerdo a lo recolectado y la experiencia del investigador.

Tabla 17

Costo depreciación del sistema de ablandamiento

Nº	Equipo	Número de unidades (Und)	Costo del equipo (US\$)	vida útil (meses)	Depreciación mensual (US\$)
01	Bombas hidroneumática	2	4 520,67	60	150,70
02	Ablandador y tanque de salmuera	2	4 500,00	120	75,00
03	Filtros multimedia	2	1 203,21	120	20,05

4.1.1.3 Sistema de desaireación

En la Tabla 18, se tiene los costos mensuales para los cuatro meses evaluados en el equipo de desaireación.

Tabla 18

Costo mensual del sistema de desaireación

N°	Detalle de costos		Costo mensual (US\$)				
			Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	
1.	Materiales	Vapor	Vapor vivo para remover el oxígeno disuelto	3 026,77	3 054,18	2 984,23	2 742,40
2.	Mano de Obra	Personal	Operador de las calderas (12,5 %)	60,16	60,16	60,16	60,16
3.	Costos de Fabricación	Depreciación	Tanque de agua de alimentación y accesorios	33,33	33,33	33,33	33,33

a) Costo de materiales en el sistema de desaireación

En el cálculo de consumo de vapor, se ha considerado el vapor utilizado de acuerdo al balance, considerándose solo el costo unitario de GNV utilizado como combustible por TM de vapor. Mostrado en la Tabla 19.

Tabla 19

Costo del vapor vivo del sistema de desaireación

Mes	Consumo de vapor (TM/mes)	Costo de generación (US\$ / TM)	Costo mensual (US\$)
1	86,11	35,15	3 026,77
2	86,89	35,15	3 054,18
3	84,90	35,15	2 984,23
4	78,02	35,15	2 742,40

b) Costo de mano de obra en el sistema de desaireación

La Tabla 20, detalla el resumen del costo del operador del sistema de desaireación. El costo del operador se calcula considerando el costo del operador mensual en base a las horas de trabajo diario efectivo para el control en esta etapa, durante los cuatro meses evaluados.

Tabla 20

Costo de fabricación del sistema de desaireación

Mes	Costo operador (US\$/mes)	Horas de trabajo diario (h)	Horas útiles de trabajo diario (h)	Costo mensual (US\$)
01	481,28	8	1	60,16
02	481,28	8	1	60,16
03	481,28	8	1	60,16
04	481,28	8	1	60,16

c) Costo de fabricación en el sistema de desaireación

La Tabla 21, se muestra el resumen del costo de depreciación del tratamiento externo desaireación, es un dispositivo utilizado para eliminar los gases disueltos en el agua, siendo su principal función prevenir la corrosión interna de las calderas. Para su cálculo se ha considerado el costo de equipo y la vida útil durante los cuatro meses evaluados.

Tabla 21

Costo de depreciación del sistema de desaireación

N°	Equipo	Número de unidades (Und)	Costo del equipo (US\$)	Vida útil (meses)	Depreciación mensual (US\$)
1	Desaireación	1	8 000	240	33,33

4.1.1.4 Sistema de generación de vapor

La Tabla 22 detalla el resumen de los costos mensuales para los cuatro meses evaluados, de acuerdo a lo recolectado y la experiencia del investigador.

Tabla 22

Costo mensual del sistema de generación de vapor

N°	Detalle de costos		Costo mensual (US\$)			
			Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
1. Materiales	Aditivos	Consumo de antiincrustante	378,52	381,95	373,22	342,98
		Anticorrosivo, secuestrante de oxígeno	302,82	305,56	298,58	274,38
	Combustible	Gas Natural Vehicular (GNV)	151 362,79	152 733,83	149 242,95	137 149,33
2. Mano de Obra	Personal	Operador de las calderas (50 %)	240,64	240,64	240,64	240,64
3. Costos de Fabricación	Mantenimiento	Tanque de agua de alimentación y accesorios				
		Bomba de agua a las calderas	754,18	754,18	754,18	754,18
	Energía Eléctrica	Calderas y accesorios				
		Agua alimentación a la caldera	138,79	140,05	136,85	125,76
		Ventilador forzado	416,37	420,14	410,54	377,27
Depreciación	Motor y bomba de agua	173,33	173,33	173,33	173,33	
	Calderas de vapor	583,33	583,33	583,33	583,33	

a) Costo en materiales en el sistema de generación de vapor

Las calderas de vapor de la empresa consume dos aditivos de uso frecuente en la industria, entre ellas un antiincrustante que tiene la finalidad de evitar la incrustación en las paredes internas de las calderas a efectos de facilitar su remoción y daños al equipo. Los costos mensuales de estos aditivos se indican en la Tabla 23.

Tabla 23

Costo de antiincrustante para el control interno de las calderas

Mes	Agua alimentada a la caldera (TM)	Consumo de antiincrustante (Kg/mes)	Costo unitario (US\$ / kg)	Costo mensual (US\$)
01	5 032,11	87,22	4,34	378,52
02	5 077,70	88,01	4,34	381,95
03	4 961,64	86,00	4,34	373,22
04	4 559,58	79,03	4,34	342,98

Las calderas utilizan el secuestrante de oxígeno residual en el agua interna de la caldera, con el propósito eliminar la corrosión por parte oxígeno que no haya sido eliminado en el tratamiento externo por parte del calentamiento del agua en el desaireador. Los costos mensuales de estos aditivos se indican en la Tabla 24.

Tabla 24

Costo de secuestrante de oxígeno para el control interno de las calderas

Mes	Agua alimentada a la caldera (TM)	Consumo de secuestrante de oxígeno (Kg/mes)	Costo unitario (US\$ / kg)	Costo mensual (US\$)
01	5 032,11	69,77	4,34	302,82
02	5 077,70	70,41	4,34	305,56
03	4 961,64	68,80	4,34	298,58
04	4 559,58	63,22	4,34	274,38

La Tabla 25 muestra el resumen del costo de combustible de GNV, utilizado como combustible para las calderas porque comparado con otros combustibles fósiles, el GNV produce menos CO₂, óxidos de nitrógeno (NOx) y partículas, contribuyendo a una operación más limpia y cumplimiento con regulaciones ambientales, en su cálculo se ha considerado el vapor generado, el rendimiento de GNV y el costo unitario.

Tabla 25

Costo de combustible de Gas Natural Vehicular

Mes	Vapor generado TM	Rendimiento GNV m ³ GNV / TM vapor	Costo unitario		Costo mensual (US\$)
			(S/. /m ³)	(US\$ /m ³)	
01	4 305,60	72	1,8261	0,4883	151 362,79
02	4 344,60	72	1,8261	0,4883	152 733,83
03	4 245,30	72	1,8261	0,4883	149 242,95
04	3 901,29	72	1,8261	0,4883	137 149,33

b) Costo de mano de obra en el sistema de generación de vapor

La Tabla 26 muestra el resumen del costo de mano de obra por el operador, quien tiene la responsabilidad de la operación segura y eficiente de las calderas y equipos relacionados, para su cálculo se ha considerado las horas efectivas del operador en la generación de vapor.

Tabla 26

Costo del operador del sistema de generación de vapor

Mes	Costo operador (US\$/mes)	Horas de trabajo diario (h)	Horas útiles de trabajo diario (h)	Costo mensual (US\$)
01	481,28	8	4	240,64
02	481,28	8	4	240,64
03	481,28	8	4	240,64
04	481,28	8	4	240,64

c) Costo de Fabricación en el sistema de generación de vapor

Respecto al costo del mantenimiento, se ha considerado al tanque de agua de alimentación, bomba de agua, las calderas y accesorios; el cual es esencial para garantizar su eficiencia y seguridad en la producción de vapor (ver Tabla 27).

Tabla 27

Costo de mantenimiento de las calderas

Mes	Costo de mantenimiento (US\$/12 meses)	Frecuencia (meses)	Costo mensual (US\$)
01	9 050,19	12	754,18
02	9 050,19	12	754,18
03	9 050,19	12	754,18
04	9 050,19	12	754,18

Por otro lado, respecto al costo de energía eléctrica para el bombeo del agua a las calderas, se ha considerado la potencia del motor, las horas de trabajo diario y el costo unitario (ver Tabla 28).

Tabla 28

Costo de energía eléctrica bomba de agua a las calderas

Mes	Consumo de agua (TM)	Potencia del motor		Horas de trabajo diario (h)	Costo unitario (US\$/kWh)	Costo mensual (US\$)
		(HP)	(kW)			
1	5 032,11	5	3,729	720,00*	0,0517	138,79
2	5 077,70	5	3,729	726,52	0,0517	140,05
3	4 961,64	5	3,729	709,92	0,0517	136,85
4	4 559,58	5	3,729	652,39	0,0517	125,76

Nota. *Para el reparto de los costos se tomó como base.

Asimismo, se tiene los costos de energía eléctrica para el ventilador de tiro forzado, necesaria para impulsar el aire hacia el interior de la cámara de combustión. También para su cálculo se consideró potencia del motor, las horas de trabajo diario y el costo unitario (ver Tabla 29).

Tabla 29

Costo de energía eléctrica ventilador de tiro forzado a las calderas

Mes	Potencia del motor		Horas de trabajo diario (h)	Costo unitario (US\$/kWh)	Costo mensual (US\$)
	(HP)	(kW)			
01	15	11,186	720,00	0,0517	416,37
02	15	11,186	726,52	0,0517	420,14
03	15	11,186	709,92	0,0517	410,54
04	15	11,186	652,39	0,0517	377,27

Nota. *Se tomó las mismas horas de funcionamiento de las calderas.

Respecto a la depreciación de la caldera, la Tabla 30 muestra el resumen de su costo de depreciación, considerándose una vida útil de 20 años, obtenido al conocerse el costo del equipo y la vida útil, de acuerdo a lo recolectado y la experiencia del investigador.

Tabla 30

Depreciación de equipos en la Caldera

N°	Equipo	Número de unidades (Und)	Costo del equipo (US\$)	Vida útil (meses)	Depreciación mensual (US\$)
01	Bomba de succión	2	5 200	60	173,33
02	Calderos y accesorios	2	70 000	240	583,33

4.1.2 Gestión del agua para calderas con la implementación de ósmosis inversa

Con las mejoras en el tratamiento de aguas, al instalarse el sistema de ósmosis inversa, con objeto de mejorar la calidad de agua en las calderas. Los resultados del balance de agua con el sistema implementado se muestran en la Tabla 31 para cuatro meses de observación. Que a diferencia del anterior sistema evaluado se adicionó el sistema de ósmosis inversa, según se detalla en la Figura 10, donde se representa las principales operaciones en el tratamiento del agua con el nuevo sistema implementado, considerándose cinco subsistemas de acuerdo a la Figura 11.

Tabla 31

Balance mensual de agua en cuatro meses con el sistema de ósmosis inversa

Mes	Agua fuente (TM)	Agua a Ablandadores (TM)	Agua a Ósmosis (TM)	Agua a Desaireador (TM)	Agua a Calderas (TM)	Vapor generado (TM)
01	3 292,39	3 135,61	3 104,56	2 173,19	4 327,24	4 305,60
02	3 322,22	3 164,02	3 132,69	2 192,88	4 366,44	4 344,60
03	3 246,28	3 091,70	3 061,09	2 142,76	4 266,64	4 245,30
04	2 983,22	2 841,17	2 813,03	1 969,12	3 920,90	3 901,29

De igual manera, en la Figura 10 se representa las principales operaciones en el tratamiento del agua con el sistema de ósmosis inversa, indicándose en la Figura 11 los cinco subsistemas:

- 1) Sistema de extracción y filtración de agua.
- 2) Sistema de ablandamiento.
- 3) Sistema de ósmosis inversa.
- 4) Tratamiento externo.
- 5) Sistema de generación de vapor.

Figura 10

Balace de agua mensual con sistema de ósmosis inversa

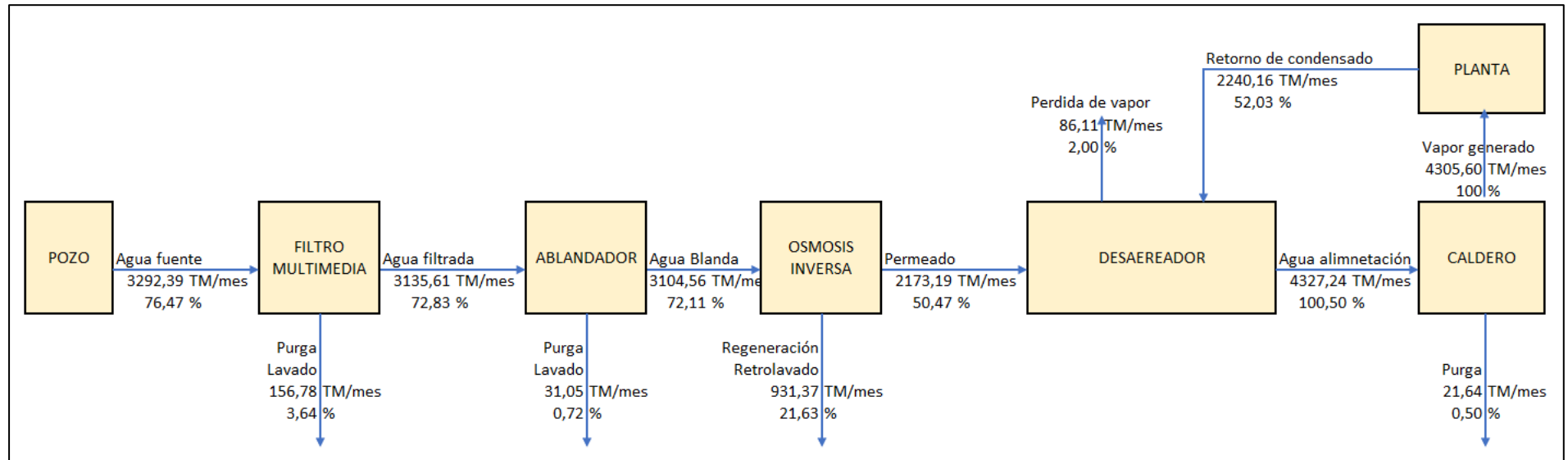


Figura 11

Componentes principales con el sistema de tratamiento con ósmosis inversa



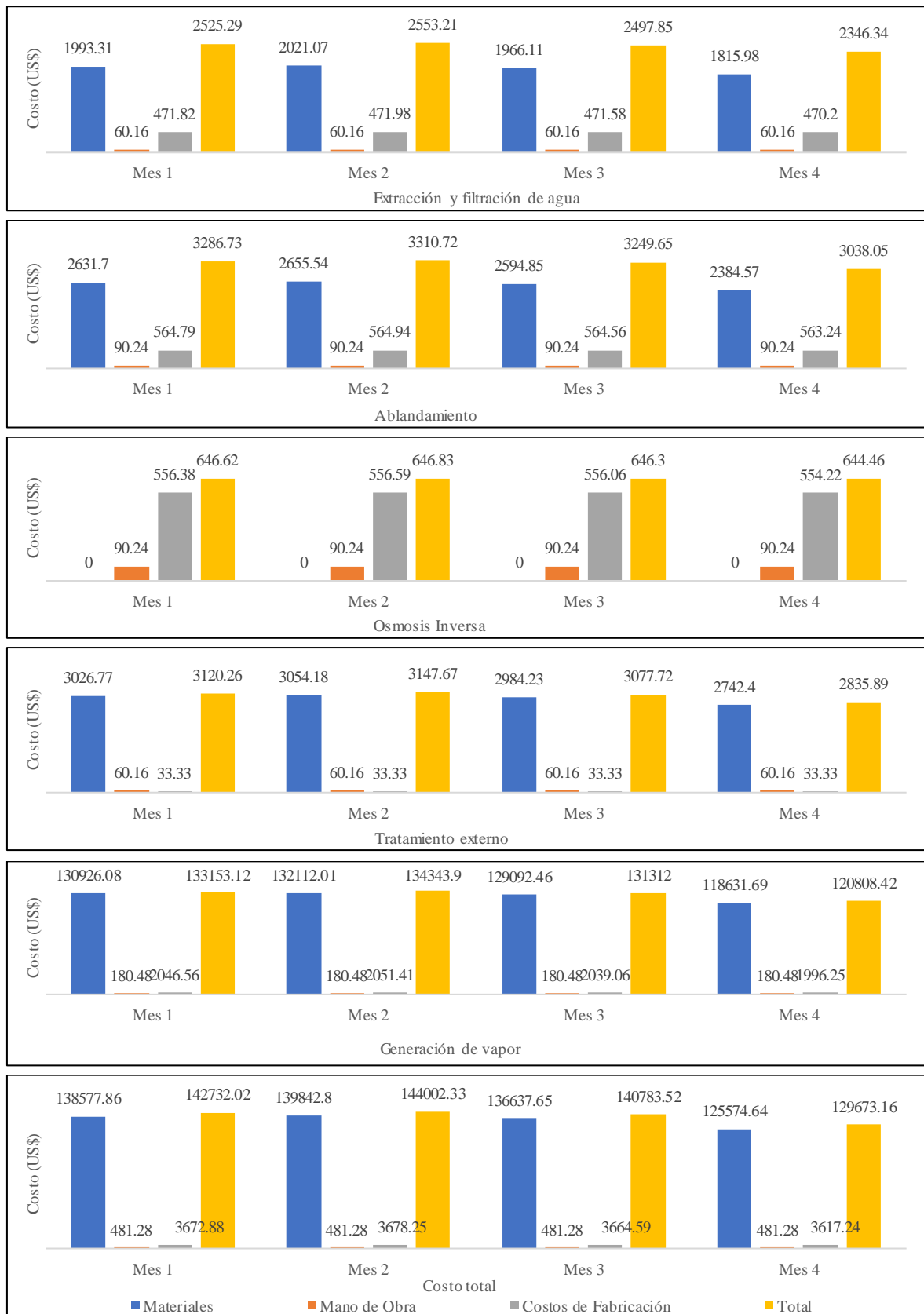
Tabla 32*Resumen de los costos de operación con tratamiento con ablandadores y ósmosis inversa*

1.	Extracción y filtración de agua	Materiales	1 993,31	2 021,07	1 966,11	1 815,98
		Mano de Obra	60,16	60,16	60,16	60,16
		Costos de Fabricación	471,82	471,98	471,58	470,2
		Sub total	2 525,29	2 553,21	2 497,85	2 346,34
2.	Ablandamiento	Materiales	2631,7	2655,54	2594,85	2384,57
		Mano de Obra	90,24	90,24	90,24	90,24
		Costos de Fabricación	564,79	564,94	564,56	563,24
		Sub total	3 286,73	3 310,72	3 249,65	3 038,05
3.	Ósmosis Inversa	Materiales	0	0	0	0
		Mano de Obra	90,24	90,24	90,24	90,24
		Costos de Fabricación	556,38	556,59	556,06	554,22
		Sub total	646,62	646,83	646,3	644,46
4.	Tratamiento externo	Materiales	3026,77	3054,18	2984,23	2742,4
		Mano de Obra	60,16	60,16	60,16	60,16
		Costos de Fabricación	33,33	33,33	33,33	33,33
		Sub total	3 120,26	3 147,67	3 077,72	2 835,89
5.	Generación de vapor	Materiales	130 926,08	132 112,01	129 092,46	118 631,69
		Mano de Obra	180,48	180,48	180,48	180,48
		Costos de Fabricación	2 046,56	2 051,41	2 039,06	1 996,25
		Total	133153,12	134343,9	131312	120808,42
Costo total		Materiales	138 577,86	139 842,8	136 637,65	125 574,64
		Mano de Obra	481,28	481,28	481,28	481,28
		Costos de Fabricación	3672,88	3678,25	3664,59	3617,24
		Total	142 732,02	144 002,33	140 783,52	129 673,16

De la misma manera que el análisis anterior de sólo con ablandadores, se aprecia en la Tabla 32 y Figura 12, el comportamiento del costo de operación con tratamiento con ablandadores y ósmosis inversa, el cual muestra un comportamiento uniforme en los cuatro meses de evaluación, con los principales costos que se han considerados.

Figura 12

Costos de operación del sistema de tratamiento con ósmosis inversa



4.1.2.1 Sistema de extracción y filtración de agua

La Tabla 33 muestra el resumen de los costos mensuales en el sistema de extracción y filtración de agua previo al tratamiento con el sistema de ósmosis inversa, de acuerdo a lo recolectado y la experiencia del investigador.

Tabla 33

Costo mensual del sistema de extracción y filtración de agua

N°	Detalle de costos		Costo mensual (US\$)			
			Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
1. Materiales	Insumos	Aceite de lubricación bomba pozo tubular	50,8	60,96	50,8	55,88
	Agua	Extracción de agua del pozo tubular	1 942,51	1 960,11	1 915,31	1 760,10
2. Mano de Obra	Personal	Operador del Sistema de Tratamiento de agua (12,5 %)	60,16	60,16	60,16	60,16
3. Costos de Fabricación	Mantenimiento	Pozo tubular, tuberías y filtro	311,94	311,94	311,94	311,94
	Energía Eléctrica	Extracción de agua con la bomba de pozo	17,28	17,44	17,04	15,66
	Depreciación	Bomba de succión del pozo tubular y accesorios	142,60	142,60	142,60	142,60

a) Costo de materiales en el sistema de extracción y filtración de agua

La Tabla 34 muestra el resumen del costo de aceite de lubricación para la bomba del pozo tubular, que de acuerdo a lo observado en planta se ha considerado el mismo consumo, el cual no tiende a cambiar por el caudal de la bomba, más sí por las horas de funcionamiento.

Tabla 34

Costos de aceite de lubricación bomba pozo tubular

Mes	Consumo de aceite Galón	Costo unitario (US\$ / galón)	Costo mensual (US\$)
01	1,0	50,80	50,80
02	1,2	50,80	60,96
03	1,0	50,80	50,80
04	1,1	50,80	55,88

La Tabla 35 detalla el resumen del costo del agua del pozo tubular para 04 meses de operación en base a los consumos de agua evaluados. El costo del agua extraída del pozo tubular se obtiene considerando el consumo de agua y el costo unitario.

Tabla 35

Costo de extracción de agua del pozo tubular

Mes	Consumo de agua m ³	Costo unitario (US\$ / m ³)	Costo mensual (US\$)
01	3 292,39	0,59	1 942,51
02	3 322,22	0,59	1 960,11
03	3 246,28	0,59	1 915,31
04	2 983,22	0,59	1 760,10

b) Costo de mano de obra en el sistema de extracción y filtración de agua

La Tabla 36 muestra el resumen del costo del operador, el cual es el mismo que el sistema sólo con ablandamiento para los cuatro meses en evaluación.

Tabla 36

Costo del operador del sistema de tratamiento de agua

Mes	Costo operador (US\$/mes)	Horas de trabajo diario (h)	Horas útiles de trabajo diario (h)	Costo mensual (US\$)
01	481,28	8	1	60,16
02	481,28	8	1	60,16
03	481,28	8	1	60,16
04	481,28	8	1	60,16

c) Costo de fabricación en el sistema de extracción y filtración de agua

La Tabla 37 detalla el resumen del costo de mantenimiento del pozo tubular y accesorios, el cual es realizado cada 6 meses, calculado en base al costo de mantenimiento y la frecuencia de mantenimiento, para los cuatro meses evaluados.

Tabla 37

Costo de mantenimiento del pozo tubular y accesorios

Mes	Costo de mantenimiento (US\$/06 meses)	Frecuencia (meses)	Costo mensual (US\$)
01	1 871,66	6	311,94
02	1 871,66	6	311,94
03	1 871,66	6	311,94
04	1 871,66	6	311,94

La Tabla 38 muestra un resumen del costo de extracción del agua a través de la bomba del pozo, fundamental para acceder a recursos hídricos para el proceso en planta, para su cálculo se considera la potencia del motor, las horas de trabajo diario y el costo unitario de energía eléctrica.

Tabla 38

Costo de extracción de agua con la bomba de pozo

Mes	Consumo de agua m ³	Caudal m ³ /s	Potencia del motor		Horas de trabajo diario (h)	Costo unitario (US\$/kWh)	Costo mensual (US\$)
			(HP)	(kW)			
1	3 292,39	0,0051	2,5	1,864	179,32	0,0517	17,28
2	3 322,22	0,0051	2,5	1,864	180,95	0,0517	17,44
3	3 246,28	0,0051	2,5	1,864	176,81	0,0517	17,04
4	2 983,22	0,0051	2,5	1,864	162,48	0,0517	15,66

La Tabla 39 indica el costo de depreciación de la bomba de succión y filtros multimedia, para lo cual se ha considerado una vida útil de 5 años, esto debido a su duración de acuerdo al cuidado de sus zeolitas y control de operación que se lleve a cabo; para su cálculo se considera el número de unidades, costo de equipo y vida útil, para los cuatro meses evaluados.

Tabla 39

Depreciación de bombas de succión y filtros multimedia

N°	Equipo	Número de unidades (Und)	Costo del equipo (US\$)	Vida útil (meses)	Depreciación mensual (US\$)
01	Bombas de succión	2	4 278,07	60	142,60

4.1.2.2 Sistema de ablandamiento

En la Tabla 40, se presenta los costos mensuales durante los cuatro meses evaluados, de acuerdo a lo recolectado y la experiencia del investigador.

Tabla 40

Costo mensual del sistema de ablandamiento

N°	Detalle de costos		Costo mensual (US\$)								
			Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4					
1.	Materiales	Sal industrial	Sal granulada para regeneración de resinas	2 631,70	2 655,54	2 594,85	2 384,57				
2.	Mano de Obra	Personal	Operador del sistema de ablandamiento (18,75 %)	90,24	90,24	90,24	90,24				
3.	Costos de Fabricación	Mantenimiento	Tanque de agua filtrada y accesorios	216,33	216,33	216,33	216,33				
			Bomba de agua hacia ablandadores								
		Energía Eléctrica	Tanque de salmuera y ablandadores	85,80	85,80	85,80	85,80				
			Sustitución de resina de los ablandadores								
			Bomba de agua de alimentación al ablandador					16,46	16,61	16,23	14,91
			Bomba hidroneumática					150,70	150,70	150,70	150,70
Depreciación	Ablandador y tanque de salmuera	75,00	75,00	75,00	75,00						
	Filtros multimedia	20,50	20,50	20,50	20,50						

a) Costo de materiales en el sistema de ablandamiento

La Tabla 41 presenta los costos del consumo de sal granulada para la regeneración del ablandador; considerándose para su cálculo la cantidad de agua producida en el mes, el rendimiento de la resina y el costo unitario.

Tabla 41

Costo del consumo de sal granulada para regeneración de resinas

Mes	Generación de agua blanda		Requerimiento de resina pie ³	consumo de sal kg	Costo unitario (US\$ / kg)	Costo mensual (US\$)
	m ³	galón				
01	3 104,56	820 227,21	1 367,05	12 303,41	0,2139	2 631,70
02	3 132,69	827 659,18	1 379,43	12 414,89	0,2139	2 655,54
03	3 061,09	808 742,40	1 347,90	12 131,14	0,2139	2 594,85
04	2 813,03	743 204,76	1 238,67	11 148,07	0,2139	2 384,57

Nota. 1 pie³ requiere 9 kg sal, y 10 pie³ de resina genera 6 000 galones.

b) Costo de mano de obra en el sistema de ablandamiento

La Tabla 42 detalla el costo de mano de obra encargado del sistema de ablandamiento; calculado considerando el costo mensual del operador y las horas efectivas que utiliza en la actividad para los cuatro meses.

Tabla 42

Costo de mano de obra del operador del sistema de ablandamiento

Mes	Costo operador (US\$/mes)	Horas de trabajo diario (h)	Horas útiles de trabajo diario (h)	Costo mensual (US\$)
01	481,28	8	1,5	90,24
02	481,28	8	1,5	90,24
03	481,28	8	1,5	90,24
04	481,28	8	1,5	90,24

c) Costo de fabricación en el sistema de ablandamiento

La Tabla 43 indica el costo mensual del mantenimiento del sistema de ablandamiento, el cual está conformado por tanque de agua filtrada y sus accesorios, bomba de agua hacia ablandadores, tanque de salmuera y ablandadores; calcula en base a su costo y a la frecuencia de mantenimiento realizado.

Tabla 43

Costo de mantenimiento del sistema de ablandamiento (tanques y ablandadores)

Mes	Costo de mantenimiento (US\$/12 meses)	Frecuencia (meses)	Costo mensual (US\$)
01	2 596,00	12	216,33
02	2 596,00	12	216,33
03	2 596,00	12	216,33
04	2 596,00	12	216,33

La Tabla 44 muestra el costo de sustitución de las resinas del ablandador, el cual se realiza para mantener la eficacia del sistema y asegurar la calidad del agua tratada; para su cálculo se consideró la cantidad de resina, la frecuencia de sustitución, el factor de incremento por utilización y el costo unitario, para los cuatro meses evaluados.

Tabla 44

Costo de sustitución de resinas del equipo ablandador

Mes	Capacidad del equipo Pie ³	Costo unitario (US\$/ Pie ³)	Sustitución de resina (meses)	Factor de incremento consumo	Costo mensual (US\$)
01	20	200	48	1,02959	85,80
02	20	200	48	1,02959	85,80
03	20	200	48	1,02959	85,80
04	20	200	48	1,02959	85,80

Nota. Sustitución de la resina cada 4 años.

La Tabla 45 muestra el costo de bombeo del agua de alimentación al ablandador; calculado en base a la potencia del motor, las horas de trabajo diario y el costo unitario, para los cuatro meses evaluados.

Tabla 45

Costo de energía eléctrica de bombeo de agua de alimentación al ablandador

Mes	Consumo de agua m ³	Caudal m ³ /s	Potencia del motor		Horas de trabajo equivalente (h)	Costo unitario (US\$/kWh)	Costo mensual (US\$)
			(HP)	(kW)			
01	3 135,61	0,0051	2,5	1,864	170,78	0,0517	16,46
02	3 164,02	0,0051	2,5	1,864	172,33	0,0517	16,61
03	3 091,70	0,0051	2,5	1,864	168,39	0,0517	16,23
04	2 841,17	0,0051	2,5	1,864	154,75	0,0517	14,91

La Tabla 46 detalla la depreciación del sistema de ablandamiento, el cual está conformado por una bomba hidroneumática, el ablandador, tanque de salmuera y los filtros multimedia; calculado en base al número de unidades, costo del equipo y su vida útil, de acuerdo a lo recolectado y la experiencia del investigador.

Tabla 46

Depreciación del sistema de ablandamiento

N°	Equipo	Número de unidades (Und)	Costo del equipo (US\$)	vida útil (meses)	Depreciación mensual (US\$)
01	Bombas hidroneumática	2	4 520,67	60	150,70
02	Ablandador y tanque de salmuera	2	4 500,00	120	75,00
03	Filtros multimedia	2	1 203,21	120	20,05

4.1.2.3 Sistema de Ósmosis Inversa

La Tabla 47 muestra un resumen de los costos de los consumibles del equipo de ósmosis inversa durante los cuatro meses evaluados.

Tabla 47

Costo mensual del sistema de ablandamiento

N°	Detalle de costos		Costo mensual (US\$)				
			Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	
1.	Materiales	-	-	-	-	-	
2.	Mano de Obra	Personal	Operador del sistema de ablandamiento (18,75 %)	90,24	90,24	90,24	90,24
3.	Costos de Fabricación	Mantenimiento	Sustitución de membrana de ósmosis inversa	66,67	66,67	66,67	66,67
			Mantenimiento del equipo	125,00	125,00	125,00	125,00
		Depreciación	Ósmosis Inversa	416,67	416,67	416,67	416,67
			Bomba para Ósmosis Inversa	116,67	116,67	116,67	116,67
		Energía Eléctrica	Bombeo de agua al sistema	23,04	23,25	22,72	20,88

a) Costo de mano de obra en el sistema de ósmosis inversa

La membrana de la ósmosis inversa tiene una duración de 48 meses, esto es debido al cuidado de la limpieza y retro lavado que se produce en el sistema, los consumibles del equipo de ósmosis inversa se halla multiplicando el número de unidades por el costo del equipo dividido entre la vida útil en base a la información recolectada y la experiencia del investigador. Se detalla en la Tabla 48.

Tabla 48*Consumibles del equipo de Ósmosis Inversa*

N°	Equipo	Número de unidades (Und)	Costo del equipo (US\$)	Vidal útil (meses)	Depreciación mensual (US\$)
01	Membrana de Ósmosis Inversa	8	400	48	66,67

b) Costo de fabricación en el sistema de ósmosis inversa

La Tabla 49 detalla el costo de mano de obra de acuerdo al coeficiente de reparto, calculado considerando el costo mensual del operador y las horas efectivas.

Tabla 49*Costo de mano de obra del operador del sistema de ósmosis inversa*

Mes	Costo operador (US\$/mes)	Horas de trabajo diario (h)	Horas útiles de trabajo diario (h)	Costo mensual (US\$)
01	481,28	8	1,5	90,24
02	481,28	8	1,5	90,24
03	481,28	8	1,5	90,24
04	481,28	8	1,5	90,24

La Tabla 50 detalla el costo mensual del mantenimiento del sistema de ósmosis inversa, calculado en base a su costo y a la frecuencia de mantenimiento realizado.

Tabla 50*Costo de mantenimiento del sistema de ósmosis inversa*

Mes	Costo de mantenimiento (US\$/12 meses)	Frecuencia (meses)	Costo mensual (US\$)
01	1 500	12	125,00
02	1 500	12	125,00
03	1 500	12	125,00
04	1 500	12	125,00

La Tabla 51 detalla el costo de bombeo del agua de alimentación al equipo de ósmosis inversa; calculado en base a la potencia del motor, las horas de trabajo diario y el costo unitario, para los cuatro meses evaluados.

Tabla 51

Costo de energía eléctrica de bombeo de agua de alimentación al ablandador

Mes	Consumo de agua m ³	Caudal m ³ /s	Potencia del motor		Horas de trabajo equivalente (h)	Costo unitario (US\$/kWh)	Costo mensual (US\$)
			(HP)	(kW)			
01	3 135,61	0,0051	3,5	2.610	170,78	0,0517	23,04
02	3 164,02	0,0051	3,5	2.610	172,33	0,0517	23,25
03	3 091,70	0,0051	3,5	2.610	168,39	0,0517	22,72
04	2 841,17	0,0051	3,5	2.610	154,75	0,0517	20,88

La Tabla 52 presenta un resumen de los costos de la depreciación del equipo de ósmosis inversa durante los cuatro meses evaluados, la ósmosis inversa tiene una duración de 10 años, esto es debido al buen manejo del sistema y al cuidado que se tiene con los parámetros del sistema, los consumibles del equipo de ósmosis inversa se halla multiplicando el número de unidades por el costo del equipo dividido entre su vida útil, en base a lo recolectado y la experiencia del investigador.

Tabla 52

Depreciación del equipo de Ósmosis Inversa

N°	Equipo	Número de unidades (Und)	Costo del equipo (US\$)	Vida útil (meses)	Depreciación mensual (US\$)
01	Ósmosis Inversa	1	50 000	120	416,67
02	Bomba para Ósmosis Inversa	2	3 500	60	116,67

4.1.2.4 Sistema de desaireación

En la Tabla 53, se tiene los costos mensuales para los cuatro meses evaluados en el equipo de desaireación con el sistema de ósmosis inversa.

Tabla 53

Costo mensual del sistema de desaireación

N°	Detalle de costos		Costo mensual (US\$)				
			Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	
1.	Materiales	Vapor	Vapor vivo para remover el oxígeno disuelto	3 026,77	3 054,18	2 984,23	2 742,40
2.	Mano de Obra	Personal	Operador de las calderas (18,75 %)	60,16	60,16	60,16	60,16
3.	Costos de Fabricación	Depreciación	Tanque de agua de alimentación y accesorios	33,33	33,33	33,33	33,33

a) Costo de materiales en el sistema de desaireación

En el cálculo de consumo de vapor, se ha considerado el mismo gasto de vapor como en el caso anterior que corresponde al balance de agua, considerándose el costo unitario de GNV utilizado como combustible por TM de vapor, como se muestra en la Tabla 54.

Tabla 54

Costo del vapor vivo del sistema de desaireación

Mes	Consumo de vapor (TM/mes)	Costo de generación (US\$ / TM)	Costo mensual (US\$)
1	86,11	35,15	3 026,77
2	86,89	35,15	3 054,18
3	84,90	35,15	2 984,23
4	78,02	35,15	2 742,40

b) Costo de mano de obra en el sistema de desaireación

La Tabla 55 presenta el resumen del costo del operador del sistema de desaireación. El costo del operador se calcula considerando el costo del operador mensual en base a las horas de trabajo diario efectivo para el control en esta etapa, durante los cuatro meses evaluados.

Tabla 55

Costo de fabricación del sistema de desaireación

Mes	Costo operador (US\$/mes)	Horas de trabajo diario (h)	Horas útiles de trabajo diario (h)	Costo mensual (US\$)
01	481,28	8	1	60,16
02	481,28	8	1	60,16
03	481,28	8	1	60,16
04	481,28	8	1	60,16

c) Costo de fabricación en el sistema de desaireación

La Tabla 56 muestra el resumen del costo de depreciación del tratamiento externo desaireador, con objeto de reducir los gases disueltos en el agua, lo que previene la corrosión en el interior de las calderas. Para su cálculo se ha considerado el costo de equipo y la vida útil durante los cuatro meses evaluados.

Tabla 56

Costo de depreciación del sistema de desaireación

Nº	Equipo	Número de unidades (Und)	Costo del equipo (US\$)	Vida útil (meses)	Depreciación mensual (US\$)
1	Desaireación	1	8 000	240	33,33

4.1.2.5 Sistema de generación de vapor

La Tabla 57 arroja un resumen de los costos mensuales durante los cuatro meses evaluados, en base a lo recolectado y la experiencia del investigador.

Tabla 57

Costo mensual del sistema de generación de vapor

N°	Detalle de costos		Costo mensual (US\$)			
			Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
1. Materiales	Insumos	Consumo de antiincrustante	325,50	328,45	320,94	294,93
		Anticorrosivo, secuestrante de oxígeno	260,40	262,76	256,75	235,95
	Combustible	GNV	130 340,18	131 520,80	128 514,77	118 100,81
2. Mano de Obra	Personal	Operador de las calderas (37,5 %)	180,48	180,48	180,48	180,48
	Mantenimiento	Tanque de agua de alimentación y accesorios Bomba de agua a las calderas	754,18	754,18	754,18	754,18
3. Costos de Fabricación	Energía Eléctrica	Calderas y accesorios				
		Agua alimentación a la caldera	119,35	120,43	117,68	108,14
		Ventilador forzado	416,37	420,14	410,54	377,27
	Depreciación	Motor y bomba de agua	173,33	173,33	173,33	173,33
Calderas de vapor		583,33	583,33	583,33	583,33	

a) Costo en materiales en el sistema de generación de vapor

Las calderas de vapor de la empresa consumen dos aditivos de uso frecuente en la industria, entre ellas un antiincrustante que tiene la finalidad de evitar la incrustación en las paredes internas de las calderas a efectos de facilitar su remoción y daños al equipo. Los costos mensuales de estos aditivos se indican en la Tabla 58.

Tabla 58

Costo de antiincrustante para el control interno de las calderas

Mes	Agua alimentada a la caldera (TM)	Consumo de antiincrustante (Kg/mes)	Costo unitario (US\$ / kg)	Costo mensual (US\$)
01	4 327,24	75,00	4,34	325,50
02	4 366,44	75,68	4,34	328,45
03	4 266,64	73,95	4,34	320,94
04	3 920,90	67,96	4,34	294,93

Asimismo, se utiliza un secuestrante de oxígeno residual en el agua interna de la caldera con el propósito de que el oxígeno que no haya sido eliminado en el tratamiento externo. Los costos mensuales de estos aditivos se indican en la Tabla 59

Tabla 59

Costo de secuestrante de oxígeno para el control interno de las calderas

Mes	Agua alimentada a la caldera TM	Consumo de secuestrante de oxígeno (Kg/mes)	Costo unitario (US\$ / kg)	Costo mensual (US\$)
01	4 327,24	60	4,34	260,40
02	4 366,44	60,54	4,34	262,76
03	4 266,64	59,16	4,34	256,75
04	3 920,90	54,37	4,34	235,95

La Tabla 60 arroja un resumen del costo de combustible de gas natural vehicular utilizado como combustible para calderas; obtenido considerando el vapor generado, el rendimiento de GNV y el costo unitario, para los cuatro meses evaluados.

Tabla 60

Costo de combustible de Gas Natural Vehicular (GNV)

Mes	Vapor generado TM	Rendimiento GNV m ³ GNV / TM vapor	Costo unitario		Costo mensual (US\$)
			(S./m ³)	(US\$/m ³)	
01	4 305,60	62	1,8261	0,4883	130 340,18
02	4 344,60	62	1,8261	0,4883	131 520,80
03	4 245,30	62	1,8261	0,4883	128 514,77
04	3 901,29	62	1,8261	0,4883	118 100,81

b) Costo de mano de obra en el sistema de generación de vapor

En la Tabla 61, se presenta el costo de mano de obra del operador, quien tiene la responsabilidad de la operación segura y eficiente de las calderas; para su cálculo se ha considerado el costo mensual del operador, las horas efectivas de trabajo diario para los cuatro meses.

Tabla 61

Operador del sistema de generación de vapor

Mes	Costo operador (US\$/mes)	Horas de trabajo diario (h)	Horas útiles de trabajo diario (h)	Costo mensual (US\$)
01	481,28	8	3	180,48
02	481,28	8	3	180,48
03	481,28	8	3	180,48
04	481,28	8	3	180,48

c) Costo de Fabricación en el sistema de generación de vapor

El costo del mantenimiento de las calderas se realiza para garantizar su eficiencia, seguridad y longevidad; para su cálculo se ha considerado el costo de mantenimiento y la frecuencia para los cuatro meses evaluados (ver Tabla 62).

Tabla 62

Mantenimiento de las calderas

Mes	Costo de mantenimiento (US\$/12 meses)	Frecuencia (meses)	Costo mensual (US\$)
01	9 050,19	12	754,18
02	9 050,19	12	754,18
03	9 050,19	12	754,18
04	9 050,19	12	754,18

Respecto a los costos de energía eléctrica de bombeo del agua a las calderas, necesario para garantizar el suministro constante de agua de alimentación a dicha unidad; se ha considerado en su cálculo la potencia del motor, las horas de trabajo diario, el factor de reducción por disminución de consumo y el costo unitario de energía, para los cuatro meses evaluados (ver Tabla 63).

Tabla 63

Costo de energía eléctrica bomba de agua a las calderas

Mes	Consumo de agua (TM)	Potencia del motor		Horas de trabajo diario (h)	Factor de reducción	Costo unitario (US\$/kWh)	Costo mensual (US\$)
		(HP)	(kW)				
1	4 327,24	5	3,729	720,00	0,85993*	0,0517	119,35
2	4 366,44	5	3,729	726,52	0,85993	0,0517	120,43
3	4 266,64	5	3,729	709,92	0,85993	0,0517	117,68
4	3 920,90	5	3,729	652,39	0,85993	0,0517	108,14

Nota. *Fator de reducción por menor consumo de agua.

Sobre los costos de energía eléctrica del ventilador de tiro forzado de la caldera, que tiene la función de impulsar el aire hacia el interior de la cámara de combustión; para su cálculo se ha considerado la potencia del motor, las horas de trabajo diario y el costo unitario de energía, para los cuatro meses evaluados, en base a lo recolectado y la experiencia del investigador (ver Tabla 64).

Tabla 64

Costo de energía eléctrica ventilador de tiro forzado a las calderas

Mes	Potencia del motor		Horas de trabajo diario (h)	Costo unitario (US\$/kWh)	Costo mensual (US\$)
	(HP)	(kW)			
01	15	11,186	720,00	0,0517	416,37
02	15	11,186	726,52	0,0517	420,14
03	15	11,186	709,92	0,0517	410,54
04	15	11,186	652,39	0,0517	377,27

La Tabla 65 arroja un resumen del costo de depreciación de la caldera, el cual tiene un tiempo de vida útil de 20 años, esto debido a su duración de acuerdo al tratamiento químico y control de operación que se lleve a cabo, costo de depreciación de la caldera se obtiene multiplicando el número de unidades por el costo de equipo dividido entre la vida útil durante los cuatro meses evaluados, en base a lo recolectado y la experiencia del investigador.

Tabla 65

Depreciación de equipos en la Caldera

Nº	Equipo	Número de unidades (Und)	Costo del equipo (US\$)	Vida útil (meses)	Depreciación mensual (US\$)
01	Bomba de succión	2	5 200	60	173,33
02	Calderos y accesorios	2	70 000	240	583,33

4.2 Contrastación de hipótesis

Para la contrastación se ha considerado la siguiente notación:

Ho: Hipótesis nula.

Ha: Hipótesis alterna.

Asimismo, se ha considerado un nivel de confianza del 95 %.

4.2.1 Contraste de hipótesis del efecto de la gestión del agua para calderas en los costos de operación

Hipótesis de investigación

La gestión del agua para calderas reduce significativamente los costos de operación de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.

Hipótesis estadísticas

Ho: La gestión del agua para calderas no reduce significativamente los costos de operación de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.

Ha: La gestión del agua para calderas reduce significativamente los costos de operación de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.

Prueba de normalidad

Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para las diferencias de los costos totales en cuatro meses evaluados previo y posterior a la gestión del agua para calderas, resultados que se muestran en la Tabla 66, que al obtenerse un p-valor de 0,108 mayor a la significancia de 0,05, se acepta Ho de que presentan distribución normal.

Tabla 66*Resumen de costos totales y prueba de Shapiro-Wilk a sus diferencias*

Nº	Costo antes de la Gestión (US\$)	Costo después de la Gestión (US\$)	Diferencias del costo total	Estadístico	p-valor
1	162 594,90	142 732,02	19 862,88		
2	164 055,27	144 002,33	20 052,94		
3	160 352,53	140 783,52	19 569,01	0,803	0,108
4	147 565,78	129 673,16	17 892,62		
Promedio	158 642,12	139297,76			

Prueba estadística

Previo a conocer sí el costo total se ha reducido gracias a la gestión del agua en la empresa, se evaluó la existencia de las diferencias del costo total antes y después de la gestión del agua para calderas, por lo que se ha considerado conveniente aplicar el estadístico de prueba t de Student para una muestra, tomando como valor de comparación 0,0, resultados mostrados en la Tabla 67, bajo los siguientes criterios:

Ho: Diferencias de costo total antes y después de la gestión= 0

Ha: Diferencias de costo total antes y después de la gestión \neq 0

Tabla 67*Pruebas t de Student para muestra única*

Nº		Valor de comparación	t	P-valor	p-valor y comparación
1	Diferencias del costo total	0,0	39,155	0,000	0,000 < 0,05

Interpretación

Al haberse obtenido un p-valor de 0,000, y al ser inferior a 0,05 se rechaza H_0 y se acepta H_a de que existen diferencias entre los costos totales antes y después gracias a la gestión del agua en la empresa. Por lo que al analizarse los costos totales mostrados en la Tabla 66, se puede apreciar que en los cuatro meses evaluados se redujo de un promedio de US\$ 158 642,12 antes de la gestión del agua a US\$ 139 297,76 tras su gestión, por lo que se acepta la hipótesis de investigación de que la gestión del agua para calderas reduce significativamente los costos de operación de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.

4.2.2 Contraste de hipótesis del efecto de la gestión del agua para calderas en los costos de materiales

Hipótesis de investigación

La gestión del agua para calderas reduce significativamente el costo de materiales de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.

Hipótesis estadísticas

H_0 : La gestión del agua para calderas no reduce significativamente el costo de materiales de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.

H_a : La gestión del agua para calderas reduce significativamente el costo de materiales de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.

Prueba de normalidad

Asimismo, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para las diferencias de los costos de materiales en los cuatro meses de evaluación, previo y posterior a la gestión del agua para

calderas, resultados que se muestran en la Tabla 68, que al obtenerse un p-valor de 0,108 superior a 0,05, se acepta H_0 de que se ajustan a una distribución normal.

Tabla 68

Resumen de costos de materiales y prueba de Shapiro-Wilk a sus diferencias

N°	Costo antes de la Gestión (US\$)	Costo después de la Gestión (US\$)	Diferencias del costo de materiales	Estadístico	p-valor
1	159 564,45	138 577,86	20 986,59		
2	159 115,71	139 842,8	21 176,69	0,803	0,108
3	157 330,31	136 637,65	20 692,66		
4	144 590,54	125 574,64	19 015,90		
Promedio	155 626,20	135 158,24			

Prueba estadística

De igual manera, para conocer si el costo de materiales se ha reducido gracias a la gestión del agua en la empresa, se evaluó inicialmente la existencia de las diferencias del costo de materiales antes y después de la gestión del agua para calderas, por lo que se aplicó el estadístico de prueba t de Student para una muestra, tomando como valor de comparación 0,0, resultados detallados en la Tabla 69, bajo los siguientes criterios:

H_0 : Diferencias de costo de materiales antes y después de la gestión= 0

H_a : Diferencias de costo de materiales antes y después de la gestión \neq 0

Tabla 69

Pruebas t de Student para muestra única del costo de materiales antes y después de la gestión

N°	Valor de comparación	t	P-valor	p-valor y comparación
1	Diferencias del costo de materiales	0,0	41,420	0,000 < 0,05

Interpretación

Al obtenerse un p-valor de 0,000 inferior a 0,05 se rechaza H_0 y se acepta H_a en que existen diferencias entre los costos de materiales antes y después gracias a la gestión del agua a las calderas. Por lo que al analizarse los costos de materiales mostrados en la Tabla 68, se puede apreciar que se redujo en promedio de US\$ 155 626,20 antes de la gestión del agua a US\$ 135 158,24 tras su gestión, aceptándose la hipótesis de investigación de que la gestión del agua para calderas reduce significativamente el costo de materiales de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.

4.2.3 Contraste de hipótesis del efecto de la gestión del agua para calderas en los costos de mano de obra

Hipótesis de investigación

La gestión del agua para calderas produce cambios significativos en el costo de mano de obra de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.

Hipótesis estadísticas

H_0 : La gestión del agua para calderas no produce cambios significativos en el costo de mano de obra de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.

H_a : La gestión del agua para calderas produce cambios significativos en el costo de mano de obra de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.

Datos para la prueba

En la Tabla 70, de resumen de costos mensuales para la mano de obra antes y posterior a la gestión del agua para calderas, por lo que para este caso no es necesario la aplicación de un estadístico para llegar a una conclusión.

Tabla 70

Resumen de costos de mano de obra

Nº	Costo antes de la Gestión (US\$)	Costo después de la Gestión (US\$)	Diferencias del costo de mano de obra
1	481,28	481,28	0,00
2	481,28	481,28	0,00
3	481,28	481,28	0,00
4	481,28	481,28	0,00
Promedio	481,28	481,28	

Interpretación

De acuerdo a la Tabla 70, se acepta de que la gestión del agua para calderas no produce cambios significativos en el costo de mano de obra de la empresa Naltech S.A.C. en 2023.

4.2.4 Contraste de hipótesis del efecto de la gestión del agua para calderas en los costos de fabricación

Hipótesis de investigación

La gestión del agua para calderas aumenta significativamente el costo de fabricación de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.

Hipótesis estadísticas

Ho: La gestión del agua para calderas no aumenta significativamente el costo de fabricación de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.

Ha: La gestión del agua para calderas aumenta significativamente el costo de fabricación de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.

Prueba de normalidad

Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para las diferencias de los costos de fabricación en los cuatro meses de evaluación, previo y posterior a la gestión del agua para calderas, resultados que se muestran en la Tabla 71, obteniéndose un p-valor de 0,094 superior a 0,05, aceptándose Ho de que se ajustan a una distribución normal.

Tabla 71

Resumen de costos de fabricación y prueba de Shapiro-Wilk a sus diferencias

N°	Costo antes de la Gestión (US\$)	Costo después de la Gestión (US\$)	Diferencias del costo de fabricación	Estadístico	p-valor
1	2 549,17	3 672,88	-1 123,71	0,795	0,094
2	2 554,50	3 678,25	-1 123,75		
3	2 540,94	3 664,59	-1 123,65		
4	2 493,96	3 617,24	-1 123,28		
Promedio	2 534,64	3 658,24			

Prueba estadística

Con el propósito de conocer si el costo de fabricación ha aumentado a consecuencia de la gestión del agua para las calderas, se evaluó inicialmente la existencia de las diferencias

del costo de fabricación antes y después de la gestión, aplicándose el estadístico de prueba t de Student para una muestra con un valor de comparación 0,0, como se muestran en la Tabla 72, bajo los siguientes criterios:

Ho: Diferencias de costo de fabricación antes y después de la gestión= 0

Ha: Diferencias de costo de fabricación antes y después de la gestión \neq 0

Tabla 72

Pruebas t de Student para muestra única del costo de fabricación antes y después de la gestión

Nº		Valor de comparación	t	P-valor	p-valor y comparación
1	Diferencias del costo de fabricación	0,0	-10 422,05	0,000	0,000 < 0,05

Interpretación

Al obtenerse un p-valor de 0,000 inferior a 0,05 se rechaza Ho y se acepta Ha de que existen diferencias entre los costos de fabricación antes y después gracias a la gestión del agua a las calderas. Por lo que al analizarse los costos de fabricación mostrados en la Tabla 71, se puede apreciar un aumento en promedio de US\$ 2 534,64 antes de la gestión del agua a US\$ 3 658,24 tras su gestión, aceptándose la hipótesis de investigación de que la gestión del agua para calderas aumenta significativamente el costo de fabricación de la empresa Naltech S.A.C. en 2023.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

La gestión en la empresa Naltech S.A.C para la mejora de sus operaciones en planta, consistió en la instalación de un sistema de ósmosis inversa, por lo que se analizó el efecto de la gestión del agua para calderas hacia los costos de operación de la empresa en el año 2023. Y que al obtenerse un costo total de operación promedio de US\$ 158 642,12 antes de instalarse el sistema de ósmosis inversa y US\$ 139 297,76 posterior a su instalación, y que tras aplicar la prueba t de Student para una muestra para las diferencias en los meses evaluados, se obtuvo un p-valor de 0,000 inferior a 0,05, evidenciando que existen diferencias significativas entre los costos totales antes y después de la instalación del sistema, llegándose a concluir que la gestión del agua para calderas reduce significativamente los costos de operación de la empresa en el 2023. Congruentes a las afirmaciones dadas por Ríos-Badilla et al. (2022), en su revisión de conceptos de la huella de agua que se presentan en las industrias, al considerar a la gestión del agua como promotora de competitividad, como parte de la responsabilidad social empresarial, afirmando la necesidad de la aplicación de estrategias que toman en cuenta a la huella de agua como indicador, por lo que el modelo de consumo y producción sostenibles se suman al modelo productivo extractivo y utilitarista, con el manejo racional de recursos naturales; también, congruentes a las afirmaciones de Bouchet (2020) tras implementar en una empresa

un plan estratégico en base al liderazgo en costos para mejorar la competitividad tras detectar deficiencias en los controles de la empresa, lo que ocasionaba aumento de costos operacionales, lo que le llevó a establecer planes orientadas al incremento de la productividad, permitiendo a la empresa reducir sus costos operacionales; asimismo, alineados a las afirmaciones de Galeano (2020) que estudió la gestión de los recursos hídricos en industrias de procesamiento de alimentos, encontró estrategias habitualmente aplicadas, como el cambio de tecnologías obsoletas, lo que permite a las empresas reducir sus costos, mejorando su competitividad empresarial; también, congruentes a las afirmaciones de De la Cruz (2020) al estudiar la relación de la optimización de la gestión empresarial con la rentabilidad, al concluir que la optimización genera mayores beneficios, el cual incrementa su total activo.

Respecto al cambio en los costos de materiales en la empresa tras la gestión del agua para calderas tras instalar el sistema de ósmosis inversa, se encontró que previo a ello los costos de materiales promedio en cuatro meses de evaluación ascendían a US\$ 155 626,20 y posterior a ello US\$ 135 158,24; y que con la prueba t de Student para una muestra para las diferencias, se obtuvo un p-valor de 0,000 inferior a 0,05, evidenciando que existen diferencias significativas entre los costos de materiales antes y posterior a la instalación del sistema, llegándose a concluir que la gestión del agua para calderas reduce significativamente el costo de materiales de la empresa en 2023. Resultados que son congruentes a los reportados por Parodi (2022) al determinar el nivel de gestión empresarial en una empresa, encontrando como bueno 24 %, regular 45 % y malo 31 %; de igual manera, alineado a las afirmaciones de Moreno y Carhuancho (2021) en su estudio en una empresa, estudió la estructura de costos de producción: 1) materia prima, 2) mano de obra y 3) costos de fabricación, mejorando con ello su competitividad al encontrar un mayor consumo de materiales, favoreciendo las proyecciones de la empresa al futuro.

En lo que respecta a la mano de obra, como toda empresa que trata de mejorar sus operaciones para reducir sus costos, con frecuencia no hay ampliación en nuevos puestos de trabajo, ante mejoras en una línea de proceso, como es el caso del sistema de tratamiento del agua para calderas, por lo que no se apreciaron cambios en los costos de mano de obra en la empresa tras la gestión del agua para calderas con la instalación del sistema de ósmosis inversa, manteniéndose invariable en US\$ 481,28, llegándose a concluir que la gestión del agua para calderas no produce cambios en el costo de mano de obra de la empresa en el año 2023. Resultados congruentes a las afirmaciones de Bouchet (2020) en su estudio de implantación de un plan estratégico en una empresa en base al liderazgo en costos para la mejora de su competitividad, tras detectar deficiencias en sus controles, como la ausencia en la capacitación del personal, lo que ocasionaba aumento de costos operacionales, entre otros; a su vez, congruentes a las afirmaciones de Gomez (2018) al estudiar cómo la gestión estratégica de costos posibilita una mayor competitividad en las empresas, al detectar la aún poca importancia que dan a los costos como estrategia de competencia, instando a las organizaciones a que orienten sus actividades hacia un cambio de paradigma, como principales fuentes de generación de empleos y el bienestar social.

Por otro lado, respecto a los cambio que se producen en los costos de fabricación tras la instalación del sistema de ósmosis inversa, al determinarse el efecto que tiene la gestión del agua para calderas en los costos fabricación de la empresa en el 2023, habiéndose obtenido con la prueba t de Student para muestra única de las diferencias, un p-valor de 0,000 menor a 0,05 de significancia, evidenciando estadísticamente diferencias entre antes y posterior de instalarse el sistema de ósmosis inversa, y que en promedio al aumenta de US\$ 2 534,64 a US\$ 3 658,24 tras su gestión, concluyéndose que la gestión del agua para calderas aumenta significativamente el costo de fabricación de la empresa en el 2023. Resultados que son congruentes con las afirmaciones de Díaz (2019) en su estudio sobre la

gestión de pérdidas de agua en Colombia, al considerar que los países deben establecer políticas públicas y mecanismos para su control, con pasos hacia su gestión eficiente, con el fomento del uso eficiente del agua hacia su buena administración, que garantice su disponibilidad futura; asimismo, congruentes a las afirmaciones de Arellano y Lindao (2019) al estudiar cómo la gestión y la calidad del agua potable representa el principal factor que influye en su calidad. Por el contrario, se discrepa con los hallazgos de Cueva y Rosado (2022) al estudiar el efecto de la implementación de un programa de mantenimiento en un sistema de bombeo de una empresa para mejorar la disponibilidad y confiabilidad, al lograr beneficios económicos tras reducir las horas perdidas y los costos de mantenimiento, recuperando su inversión en 8 meses.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- La gestión del agua para calderas reduce significativamente los costos de operación de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.
- La gestión del agua para calderas reduce significativamente el costo de materiales de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.
- La gestión del agua para calderas no produce cambios en el costo de mano de obra de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.
- la gestión del agua para calderas aumenta significativamente el costo de fabricación de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.

6.2 Recomendaciones

- **Análisis de la Calidad del Agua:** Realizar un estudio exhaustivo sobre la calidad del agua utilizada en las calderas, evaluando sus contaminantes y analizando cómo estos afectan la eficiencia de las calderas y los costos de mantenimiento.
- **Tratamiento de Aguas:** Realizar una evaluación técnica y económica para ver la viabilidad de retirar el sistema de ablandamiento que trabaja conjuntamente con el sistema de ósmosis inversa, lo que permitirá reducir en mayor grado los costos de producción.

- Reciclaje de Agua: Evaluar su implementación, con objeto de reducir el requerimiento de agua fresca y los costos asociados, lo que puede incluir la reutilización de condensados.
- Monitoreo Continuo: Instalarlo con objeto de ayudar a identificar problemas de manera temprana y reducir costos operativos a largo plazo.
- Capacitación del Personal: Desarrolla un programa de capacitación para el personal en prácticas óptimas de gestión del agua y uso eficiente de la misma, lo que podría aumentar la eficiencia operativa y reducir el desperdicio.
- Análisis de Costos: Realiza un análisis detallado de todos los costos en la empresa, aplicando la contabilidad de costos, que incluya a toda la empresa, incluyendo todos los costos asociados con el tratamiento y manejo del agua, comparando diferentes enfoques y su impacto en el costo total de operación.
- Regulaciones y Normativas: Examinar las regulaciones ambientales y de gestión de agua que afectan a la empresa, asegurándose que las prácticas de la empresa cumplan con tales normativas, para evitar sanciones y la mejora de la imagen corporativa.
- Innovación Tecnológica: Investigar nuevas tecnologías que puedan ser implementadas para la gestión del agua en calderas, como sistemas automatizados de tratamiento y control.
- Evaluación de la Eficiencia Energética: Analizar cómo la calidad del agua afecta la eficiencia energética de las calderas, lo que posibilita que se identifiquen las oportunidades de mejora para reducir el consumo energético.
- Implementación de Indicadores de Desempeño: Establecer indicadores clave de rendimiento para medir el uso y la gestión del agua en las calderas, lo que permitirá un seguimiento efectivo y ajustes en las operaciones.

- Costos de Inversión en Tecnología: Evaluar el retorno de la inversión de nuevas tecnologías de tratamiento de agua, posibilitando que se presente un análisis de costo-beneficio para justificar las inversiones.
- Gestión de Residuos: Examinar cómo la gestión adecuada de los efluentes generados por las calderas puede reducir costos y cumplir con normativas ambientales.
- Plan de Mantenimiento Preventivo: Diseñar de manera específica para el sistema de gestión de agua, que minimice el tiempo de inactividad de las calderas y reduzca los costos a largo plazo.
- Colaboración con Proveedores: Fomentar relaciones con proveedores de tecnología de tratamiento de agua para obtener mejores tarifas y acceso a innovaciones en el campo.
- Simulación de Procesos: Utilizar software de simulación para modelar el uso del agua y el rendimiento de las calderas, ayudando a predecir el impacto de diferentes estrategias de gestión.
- Estudio de Impacto Ambiental: Realizarlo para del uso de agua en las calderas, lo que puede ofrecer información valiosa sobre posibles mejoras y beneficios.
- Informe de Resultados: Proponer la elaboración de un informe anual sobre el uso y la gestión del agua en las calderas, que incluya recomendaciones basadas en los datos recopilados y análisis realizados.
-

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Andaluza de Energía. (2011). *Metodología para la elaboración de auditorías energéticas en la industria*. Isla de la Cartuja. Sevilla. España: Servigraf Artes Gráficas. Recuperado el 2024 de Octubre de 2024, de <https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/es/biblioteca/metodologia-para-la-elaboracion-de-auditorias-energeticas-en-la-industria>

Arellano, A., & Lindao, V. (2019). Efectos de la gestión y la calidad del agua potable en el consumo del agua embotellada. *Novasineria*, 2(1), 15-23. Obtenido de <https://doi.org/10.37135/unach.ns.001.03.02>

Armstrong. (1998). *Guía para la conservación de vapor en el drenado de condensados*. Maple Street. Michigan USA. Recuperado el 18 de octubre de 2024, de <https://archive.armstronginternational.com/es/node/336690>

Asociación Española para la Calidad. (s.f.). *Gestión del agua*. Recuperado el 18 de Octubre de 2024, de <https://www.aec.es/conocimiento/centro-del-conocimiento/gestion-del-agua/>

Ávila-García, P. (2016). Hacia una ecología política del agua en Latinoamérica. *Revista de Estudios Sociales*, 1(55), 18-31. <http://dx.doi.org/10.7440/res55.2016.01>

Benites, L. A., Ruff, C., Ruiz, M., Matheu, A., Inca, M., & Juica, P. (2020). Análisis de los factores de competitividad para la productividad sostenible de las PYMES en Trujillo (Perú). *Revista De Métodos Cuantitativos Para La Economía Y La Empresa*, 29(), 208–236. <https://doi.org/10.46661/revmetodoscuanteconempresa.3513>

- Bouchet, R. R. (2020). *Planificación Estratégica para obtener un liderazgo en costos en la empresa de AJ & JA Redolfi S.R.L.* (Tesis de pregrado), Universidad Siglo 21. Argentina. <https://repositorio.21.edu.ar/handle/ues21/23370>
- Camacho, A., & Ariosa, L. (2000). *Diccionario de términos ambientales*. La Habana, Cuba: Publicaciones Acuario.
- Carrasco, S. (2017). *Metodología de la Investigación Científica: pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación* (2ª ed., 13ª reimpr.). Lima, Perú: San Marcos E.I.R.L.
- Cid, J. S. (2012). El agua en las calderas de vapor. En Comunidad de. Madrid (Ed.), *Guía Básica: Calderas Industriales Eficientes* (pp. 45-69). Madrid, España: Gráfica Arias Montano S.A.
- Córdova, I. (2017). *El proyecto de investigación cuantitativa* (1ª ed. 4ª reimpr.). Lima, Perú: San Marcos E.I.R.L.
- Cueva, J. H., & Rosado, O. H. (2022). *Sistema de gestión basado en el A.C.R. y disponibilidad de grupo de bombas en planta de agua de una empresa industrial*. (Tesis de pregrado), Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/101136>
- De Dardel, F. (2019, 11 de noviembre). *El intercambio iónico, principios básicos*. Recuperado el 18 de octubre de 2024, de http://dardel.info/IX/IX_Intro_ES.html
- De la Cruz, B. P. (2020). *La gestión empresarial y la rentabilidad de la empresa de servicios de agua potable y alcantarillado - EMAPA Cañete S. A. periodo 2015 – 2018*. (Tesis de maestría), Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/5632>

- Díaz, G. A., Quintana, M. D., & Fierro, D. G. (2021). La competitividad como factor de crecimiento para las organizaciones. *INNOVA Research Journal*, 6(1), 145-161. <https://doi.org/10.33890/innova.v6.n1.2021.1465>
- Díaz, K. P. (2019). El Oro Azul y su gestión de pérdidas en Colombia. *Modulo Arquitectura - CUC*, 23(1), 9-22. <http://doi.org/10.17981/mod.arq.cuc.23.1.2019.01>
- Flores, J. (2006). *Costos y presupuestos: Teoría y practica* (1ª ed.). lima. Perú: Gráfica Santo Domingo.
- Galeano, P. A. (2020). *Gestión del agua en la industria alimentaria como estrategia empresarial para disminuir la huella hídrica generada en el desarrollo de su actividad*. (Tesis de pregrado), Universidad de Antioquia. Colombia. Obtenido de <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/17181>
- Giraldo, D. (2006). *Contabilidad de Costos*. Tomo I (6ª ed.). Lima, Perú: Editora y distribuidora Santa Clara.
- Gomez, E. J. (2018). Gestión estratégica de costos, una herramienta de competitividad. *Revista Espacios*, 39(32). Obtenido de <https://www.revistaespacios.com/a18v39n32/18393204.html>
- Google Maps. (s.f.). *Ubicación de la empresa Naltech S.A.C*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Naltech/@-11.0367002,-77.6056484,307m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x910720666eb7c01b:0xb648eb966ec3bd8d!8m2!3d-11.0673535!4d-77.5982525>
- Guerrero-Valdebenito, R. M., Fonseca-Prieto, F., Garrido-Castillo, J., & García-Ojeda, M. (2018). The Water Code of the neoliberal model and social conflicts over water in Chile: Foreign, changes and challenges [El código de aguas del modelo neoliberal y conflictos sociales por agua en Chile: Relaciones, cambios y desafíos]. *Agua Y Territorio Water and Landscape*, (11), 97–108. <https://doi.org/10.17561/at.11.3956>

- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGraw-Hill Interamericana Editores S.A.
- Landázuri, S. N., & Montenegro, N. J. (2018). El Enfoque Estratégico de Michael Porter Aplicado a las Mipymes: Caso Ibarra–Ecuador. *Revista Científica Hallazgos* 21, 3, 1-8. <https://revistas.pucese.edu.ec/hallazgos21/article/view/227>
- Martínez, C. L., Arellano, A., & Carballo, B. (2020). La creación de la ventaja competitiva desde la perspectiva de las teorías administrativas. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas*, 24(1), 79-92. <http://dx.doi.org/10.30972/rfce.2414362>
- Ministerio del Ambiente. (2009). *Guía de Ecoeficiencia para Empresas*. Lima, Perú. recuperado el 18 de octubre de 2024, de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-ecoficiencia-empresas>
- Mora-Villamizar, D. A., Morales-Pérez, K. T., & Barrientos-Monsalve, E. J. (2019). Análisis de la competitividad entre las empresas los olivos y la esperanza en Cúcuta, Norte de Santander- según las cinco fuerzas de Michael Porter. *Convicciones*, 6(11), 69-75. <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/convicciones/article/view/418>
- Moreno, R. Y., & Carhuancho, I. M. (2021). Costos en una empresa industrial de Lima, 2020. *Espíritu Emprendedor TES*, 5(1), 1-16. <https://doi.org/10.33970/eetes.v5.n1.2021.212>
- Ñaupas, H., Valdivia, M. R., Palacios, J. J., & Romero, H. E. (2018). *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y redacción de la Tesis*. (5ª ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (s.f.). *Costos de producción*. Recuperado el 18 de octubre de 2024, de

[https://www.fao.org/3/v8490s/v8490s06.htm#:~:text=Los%20costos%20de%20producci%C3%B3n%20\(tambi%C3%A9n,producci%C3%B3n%20indica%20el%20beneficio%20bruto.](https://www.fao.org/3/v8490s/v8490s06.htm#:~:text=Los%20costos%20de%20producci%C3%B3n%20(tambi%C3%A9n,producci%C3%B3n%20indica%20el%20beneficio%20bruto.)

Parodi, Y. G. (2022). *Gestión empresarial y calidad de servicio de agua en la Empresa Prestadora de Servicios Moyobamba S.A., 2021*. (Tesis de maestría), Universidad César Vallejo, Tarapoto, Perú.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/83046>

Ríos-Badilla, E., Boj-Coti, P., & Alfaro, C. (2022). Evaluación de la huella de agua y la gestión del recurso hídrico en las industrias. *Biocenosis*, 33(1), 57-71.

<https://doi.org/10.22458/rb.v33i1.4287>

SINCIE. (2021, 23 de enero). 01. Tipos, Niveles y Diseños en Investigación | PODCAST [Video]. YouTube. Recuperado de

<https://www.youtube.com/watch?v=0ftt84ppXWE>

Spirax Sarco. (1999). *Calderas y accesorios*. Guía de referencia técnica. Buenos Aires, Argentina.

Vara, A. A. (2015). *7 pasos para elaborar una tesis* (1ª ed.). Lima, Perú: MACRO.

Vergara, F. (1984). *Tratamientos de aguas industriales* (1ª ed.). Lima. Perú: Kavi editores S.A.

ANEXOS

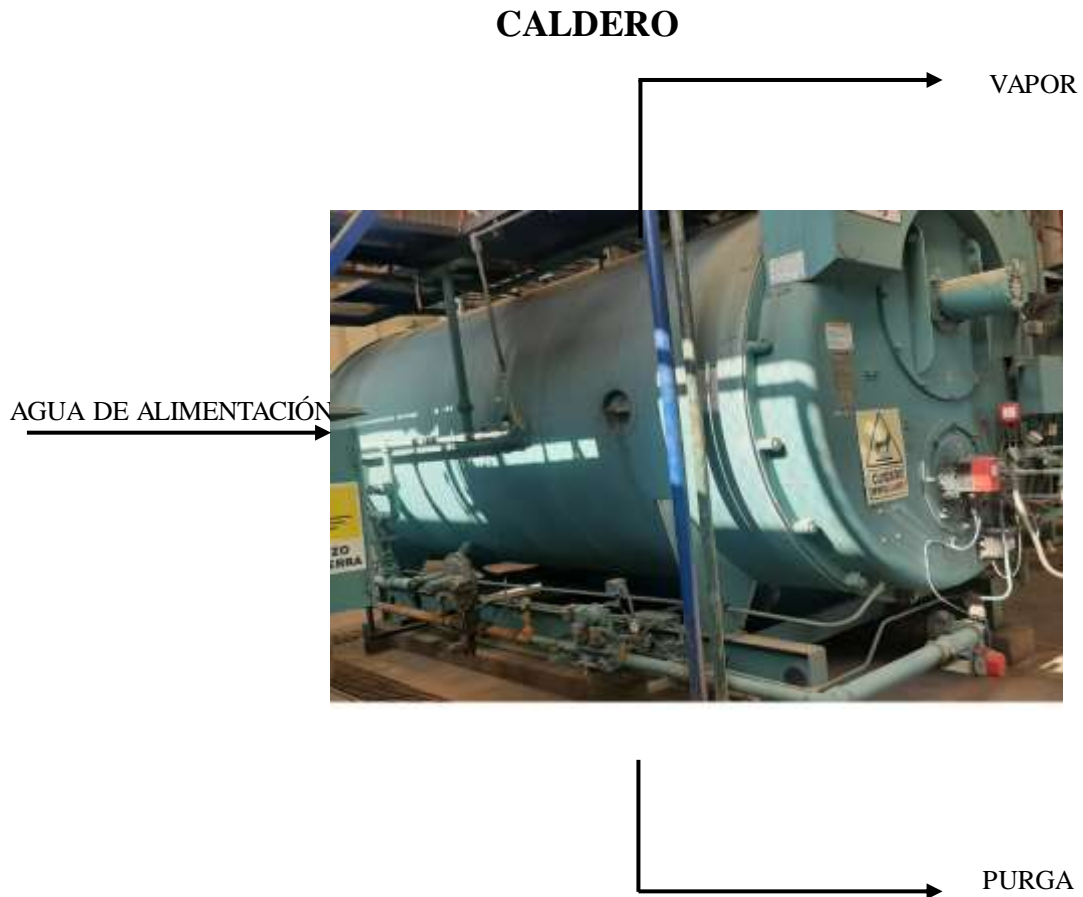
Anexo 1. Matriz de consistencia

Gestión del agua para calderas y su efecto en los costos de operación de la empresa Naltech S.A.C., 2023

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables	Dimensiones	Subdimensiones	Indicador	Escala	Metodología	
<ul style="list-style-type: none"> ¿En qué medida la gestión del agua para calderas afecta los costos de operación de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023? 	<ul style="list-style-type: none"> Determinar el efecto de la gestión del agua para calderas en los costos de operación de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023. 	<ul style="list-style-type: none"> La gestión del agua para calderas reduce significativamente los costos de operación de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023. 	V1 <i>Variable independiente</i>	1.3	Gestión del agua para calderas solo con sistema de ablandamiento	<ul style="list-style-type: none"> Balace mensual de agua 	<ul style="list-style-type: none"> Flujo de corrientes de proceso en todo el sistema 	<ul style="list-style-type: none"> Razón 	
						<ul style="list-style-type: none"> Componentes principales con el sistema de tratamiento con ablandadores 	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de extracción y filtración de agua. Sistema de ablandamiento. Tratamiento externo. Sistema de generación de vapor 	<ul style="list-style-type: none"> Nominal Nominal Nominal 	
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál es el efecto de la gestión del agua para calderas en el costo de materiales de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023? ¿De qué manera la gestión del agua para calderas afecta los costos de mano de obra de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023? ¿Cómo la gestión del agua para calderas afecta los costos de fabricación de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023? 	<ul style="list-style-type: none"> Conocer el efecto de la gestión del agua para calderas en el costo de materiales de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023. Establecer el efecto de la gestión del agua para calderas en los costos de mano de obra de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023. 	<ul style="list-style-type: none"> La gestión del agua para calderas reduce significativamente el costo de materiales de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023. La gestión del agua para calderas produce cambios significativos en el costo de mano de obra de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023. La gestión del agua para calderas aumenta significativamente el costo de fabricación de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023. 	V2 <i>Variable dependiente</i>	2. Gestión del Agua para Calderas	1.4	Gestión del agua para calderas con la implementación de ósmosis inversa	<ul style="list-style-type: none"> Balace mensual de agua 	<ul style="list-style-type: none"> Flujo de corrientes de proceso en todo el sistema 	<ul style="list-style-type: none"> Razón
							<ul style="list-style-type: none"> Componentes principales con el sistema de tratamiento con ósmosis inversa 	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de extracción y filtración de agua. Sistema de ablandamiento. Sistema de ósmosis inversa. Tratamiento externo. Sistema de generación de vapor 	<ul style="list-style-type: none"> Nominal Nominal Nominal Nominal
	<ul style="list-style-type: none"> Determinar el efecto de la gestión del agua para calderas en los costos de fabricación de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023. 	<ul style="list-style-type: none"> La gestión del agua para calderas aumenta significativamente el costo de fabricación de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023. 		3.1	Materiales	<ul style="list-style-type: none"> Insumos Agua Vapor Combustible 	<ul style="list-style-type: none"> Costo de insumos Costo del agua Costo de vapor Costo de combustible 	<ul style="list-style-type: none"> Razón Razón Razón Razón 	
				3.2	Mano de Obra	<ul style="list-style-type: none"> Personal 	<ul style="list-style-type: none"> Costo de mano de obra 	<ul style="list-style-type: none"> Razón 	
			3. Costos de Operación	3.3	Costos de Fabricación	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento Energía Eléctrica Depreciación 	<ul style="list-style-type: none"> Costos de mantenimiento Costo de energía eléctrica Costo de depreciación 	<ul style="list-style-type: none"> Razón Razón Razón 	
<p>Tipo de investigación Observacional Prospectivo Longitudinal Analítico Aplicada</p> <p>Nivel de investigación Explicativa</p> <p>Diseño de investigación Pre experimental</p> <p>Población y muestra Población Unidades de abastecimiento, tratamiento del agua y generación de vapor en las calderas de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.</p> <p>Muestra Unidades de abastecimiento, tratamiento del agua y generación de vapor en las calderas de la empresa Naltech S.A.C. en el año 2023.</p> <p>Técnicas e Instrumentos <ul style="list-style-type: none"> Documental - Ficha documental Observación - Ficha de observación - Equipos de medición de parámetros de la calidad del agua. </p>									

Anexo 2. Cálculo de balance de agua

BALANCE PARA EL SISTEMA DE ABLANDAMIENTO



La producción en la empresa NALTECH SAC se realiza durante 6 días por semana a 24 horas diarias por ello se obtendrá el siguiente balance de materia.

Balance Global en la Caldera:

$$A = V + P$$

Balance por Componentes:

$$A * STD_A = V * STD_V + P * STD_P$$

Despejando:

Cálculo del vapor:

Caldero 1:

$$V = 250 \text{ BHP} * \frac{34,5 \text{ Lb/h}}{1 \text{ BHP}} * \frac{1 \text{ Kg}}{2,204 \text{ Lb}} * \frac{1 \text{ TM}}{1000 \text{ Kg}} * 80\% = 3,14 \frac{\text{TM}}{\text{h}}$$

Se considera una eficiencia de operación del Caldero de un 80%.

Caldero 2:

$$V = 300 \text{ BHP} * \frac{34,5 \text{ Lb/h}}{1 \text{ BHP}} * \frac{1 \text{ Kg}}{2,204 \text{ Lb}} * \frac{1 \text{ TM}}{1000 \text{ Kg}} * 80\% = 3,76 \frac{\text{TM}}{\text{h}}$$

Se considera una eficiencia de operación del Caldero de un 80%.

La suma de ambos calderos nos daría una producción de vapor por hora de:

$$\text{Vapor} = 6,9 \frac{\text{TM}}{\text{h}} = 4\,305,6 \frac{\text{TM}}{\text{mes}}$$

Análisis de conductividad del agua de alimentación a las cadera

Conductividad del agua de alimentación Caldero 1: 1 170 us/cm

Conductividad del agua de alimentación Caldero 2: 1 140 us/cm

Conductividad máxima en el interior de las calderas: 8 000 us/cm

Reemplazando el análisis promedio de conductividad en las ecuaciones de Balance:

Balance General

$$A = 4\,305,6 \frac{\text{TM}}{\text{mes}} + P$$

Balance por componente

$$A * 1\,155 \frac{\text{us}}{\text{cm}} = P * 8\,000 \text{ us/cm}$$

Se obtiene:

$$\text{Purga} = 726,51 \text{ TM/mes}$$

$$\text{Alimentación} = 5\,032,10 \text{ TM/mes}$$

TANQUE DESAIREADOR



Balance Global en el Tanque Desaireador:

$$AB + R = VP + AL$$

Hallamos las pérdidas de Vapor

$$P\acute{e}rdidas\ de\ Vapor = Retorno\ de\ Condensado + P\acute{e}rdidas$$

Para iniciar el balance del tanque desaireador se tomará los análisis de conductividad de agua blanda como de agua de alimentación.

EQUIPOS	TIPOS DE AGUA	CONDUCTIVIDAD us/cm
TANQUE DESEAREADOR 1	AGUA BLANDA	1 460
	AGUA DE ALIMENTACIÓN	1 170
TANQUE DESEAREADOR 2	AGUA BLANDA	1 420
	AGUA DE ALIMENTACIÓN	1 140

Cálculo de la recuperación del condensado:

$$\% \text{ Recuperación de Condensado} = \left(1 - \frac{\text{Conductividad de Agua de Alimentación}}{\text{Conductividad de Agua de Blanda}} \right) * 100$$

Recuperación de condensado del caldero 1:

$$\% \text{ Recuperación de Condensado} = \left(1 - \frac{1\ 170\ \text{us/cm}}{1\ 460\ \text{us/cm}} \right) * 100 = 19,86\%$$

Recuperación de condensado del caldero 2:

$$\% \text{ Recuperación de Condensado} = \left(1 - \frac{1\,140 \text{ us/cm}}{1\,420 \text{ us/cm}}\right) * 100 = 19,71\%$$

Total, de suma de retorno de condensado en porcentaje:

$$\% \text{ Recuperación de Condensado Total} = 19,86\% + 19,71\%$$

$$\% \text{ Recuperación de Condensado Total} = 39,57\%$$

Retorno de condensado:

$$\text{Retorno de Condensado} = \text{Agua de Alimentación} * \% \text{ Recuperación de Condensado}$$

Retorno de condensado por hora:

$$\text{Retorno de Condensado} = 8,06 \frac{TM}{h} * 0,3957$$

$$\text{Retorno de Condensado} = 3,19 \frac{TM}{h}$$

Retorno de condensado por día:

$$\text{Retorno de Condensado} = 3,19 \frac{TM}{h} * \frac{24 \text{ h}}{\text{día}} = 76,56 \frac{TM}{\text{día}}$$

Retorno de condensado por mes de 26 días trabajados:

$$\text{Retorno de Condensado} = 76,56 \frac{TM}{\text{día}} * \frac{26 \text{ días}}{1 \text{ mes}} = 1\,990,56 \frac{TM}{\text{mes}}$$

Hallamos las pérdidas de Vapor

$$\text{Vapor} = \text{Retorno de Condensado} + \text{Pérdidas de Vapor}$$

$$\text{Pérdidas de Vapor} = 4\,305,6 \frac{TM}{\text{mes}} - 1\,990,56 \frac{TM}{\text{mes}}$$

$$\text{Pérdidas de Vapor} = 2\,315,04 \frac{TM}{\text{mes}}$$

Balance Global en el Tanque Desaireador:

$$\text{Agua Blanda} + \text{Retorno de Condensado} = \text{Pérdidas de Vapor} + \text{Agua Alimentación}$$

$$\text{Agua Blanda} = 2\,315,04 \frac{TM}{\text{mes}} + 5032,10 \frac{TM}{\text{mes}} - 1\,990,56 \frac{TM}{\text{mes}}$$

$$\text{Agua Blanda} = 5356,58 TM$$

Agua Blanda por mes de 26 días trabajados:

$$\text{Agua Blanda} = 5\,356,58 \frac{TM}{\text{mes}} * \frac{1 \text{ mes}}{26 \text{ días}} = 206,02 \frac{TM}{\text{día}}$$

$$\text{Agua Blanda} = 206,02 \frac{TM}{\text{día}}$$

Agua Blanda por hora.

$$\text{Agua Blanda} = 206,02 \frac{TM}{\text{día}} * \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} = 10,83 \frac{TM}{\text{hora}}$$



BALANCE GENERAL DEL AGUA FILTRADA

$$\text{Agua Filtrada} = \text{Agua Blanda} + \text{Purga de Regeneración}$$

Purga de Regeneración es de 60 galones por diseño de equipo de 10 Pies³

$$\text{Purga de Regeneración} = 60 \text{ galones} * \frac{1 \text{ TM}}{264 \text{ galones}}$$

$$\text{Purga de Regeneración} = 0,23 \text{ TM}$$

Durante el día se hacen 4 regeneraciones por día.

$$\text{Purga de Regeneración} = 0,23 \text{ TM/día} * 4$$

$$\text{Purga de Regeneración} = 0,92 \text{ TM/día}$$

Purga de Regeneración por Hora.

$$\text{Purga de Regeneración} = 0,92 \frac{\text{TM}}{\text{día}} * \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} = 0,038 \frac{\text{TM}}{\text{hr}}$$

Purga de Regeneración por mes de 26 días trabajados sería:

$$\text{Purga de Regeneración} = 0,92 \frac{\text{TM}}{\text{día}} * \frac{26 \text{ días}}{1 \text{ mes}} = 23,92 \frac{\text{TM}}{\text{mes}}$$

HALLAMOS EL AGUA FILTRADA POR DÍA

$$\text{Agua Filtrada} = \text{Agua Blanda} + \text{Purga de Regeneración}$$

$$\text{Agua Filtrada} = 206,02 \frac{\text{TM}}{\text{día}} + 0,92 \frac{\text{TM}}{\text{día}}$$

$$\text{Agua Filtrada} = 206,94 \frac{\text{Tn}}{\text{día}}$$

HALLAMOS EL AGUA FILTRADA POR HORA

$$\text{Agua Filtrada} = 206,94 \frac{\text{TM}}{\text{día}} * \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} = 8,62 \frac{\text{TM}}{\text{h}}$$

HALLAMOS EL AGUA FILTRADA POR MES

$$\text{Agua Filtrada} = 5\,356,58 \frac{TM}{mes} + 23,92 \frac{TM}{mes}$$

$$\text{Agua Filtrada} = 5\,380,5 \frac{TM}{mes}$$



BALANCE GENERAL DEL AGUA FUENTE

$$\text{Agua Fuente} = \text{Agua Filtrada} + \text{Purga de Lavado}$$

Purga de Lavado es el 5% del Agua Filtrada para un diseño de equipo de 10 Pies³

$$\text{Purga de Lavado} = \text{Agua Filtrada} * 5\%$$

$$\text{Purga de Lavado} = 5\,380,5 \frac{TM}{mes} * 5\%$$

$$\text{Purga de Lavado} = 269,03 \frac{TM}{mes}$$

Purga de lavado por mes de 26 días trabajados sería:

$$\text{Purga de Lavado} = 269,03 \frac{TM}{mes} * \frac{1\,mes}{26\,días} = 10,35 \frac{TM}{día}$$

$$\text{Purga de Lavado} = 10,35 \frac{TM}{día}$$

HALLAMOS EL AGUA FUENTE POR DÍA

$$\text{Agua Fuente} = \text{Agua Filtrada} + \text{Purga de Lavado}$$

$$\text{Agua Fuente} = 206,94 \frac{TM}{día} + 10,35 \frac{TM}{día}$$

$$\text{Agua Fuente} = 217,29 \frac{TM}{día}$$

HALLAMOS EL AGUA FUENTE POR MES

$$\text{Agua Fuente} = 5380,5 \frac{TM}{mes} + 269,03 \frac{TM}{mes}$$

$$\text{Agua Fuente} = 5649,53 \frac{TM}{mes}$$

BALANCE PARA EL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA



Los calderos trabajan por semana 6 días a 24 horas diarias por ello se obtendrá el siguiente balance de materia.

Balance Global en la Caldera:

$$A = V + P$$

Balance por Componentes:

$$A * STD_A = V * STD_V + P * STD_P$$

Despejando:

$$\frac{P}{A} = \frac{STD_A}{STD_P}$$

$$\%P = \frac{STD_A}{STD_P} = \frac{1}{CC}$$

Cálculo del Agua de Alimentación

$$V = A \left(1 - \frac{1}{CC}\right)$$

Cálculo de Purga

$$P = A - V$$

Cálculo de Dispersiones: Es la cantidad de sales retirar del sistema por medio de las purgas. Se ubican dentro de las estructuras del polímero, evitando su deposición en los tubos de las calderas. Se mide de 0 – 100%, mientras más alto mejor. Su cálculo es por medio de un balance de materia en la caldera.

Cálculo del vapor:

Caldero 1:

$$V = 250 \text{ BHP} * \frac{34,5 \text{ Lb/h}}{1 \text{ BHP}} * \frac{1 \text{ Kg}}{2,2 \text{ Lb}} * \frac{1 \text{ TM}}{1000 \text{ Kg}} * 80\% = 3,14 \frac{\text{TM}}{\text{h}}$$

OJO: La eficiencia de operación del Caldero es aún 80%.

Caldero 2:

$$V = 300 \text{ BHP} * \frac{34,5 \text{ Lb/h}}{1 \text{ BHP}} * \frac{1 \text{ Kg}}{2,2 \text{ Lb}} * \frac{1 \text{ TM}}{1000 \text{ Kg}} * 80\% = 3,76 \frac{\text{TM}}{\text{h}}$$

OJO: La eficiencia de operación del Caldero es aún 80%.

La suma de ambos calderos nos daría una producción de vapor por hora de:

$$\text{Vapor} = 6,9 \frac{\text{TM}}{\text{h}}$$

producción de vapor por día de:

$$\text{Vapor} = 6,9 \frac{\text{TM}}{\text{h}} * \frac{24 \text{ h}}{\text{día}} = 165,6 \frac{\text{TM}}{\text{día}}$$

producción de vapor por mes de días trabajados 26 días:

$$\text{Vapor} = 165,6 \frac{\text{TM}}{\text{día}} * \frac{26 \text{ días}}{1 \text{ mes}} = 4305,6 \frac{\text{TM}}{\text{mes}}$$

Cálculo del agua de alimentación:

$$V = A \left(1 - \frac{1}{CC}\right)$$

Caldero 1:

$$3,14 \frac{TM}{h} = A \left(1 - \frac{1}{28}\right)$$
$$A = 3,25 \frac{TM}{Hr}$$

Caldero 2:

$$3,76 \frac{TM}{h} = A \left(1 - \frac{1}{24}\right)$$
$$A = 3,92 \frac{TM}{h}$$

La suma de ambos ingresos de agua de alimentación nos daría un consumo de agua hacia el Caldero por hora de:

$$Agua Alimentación = 7,17 \frac{TM}{Hr}$$

Producción de Agua de Alimentación por día de:

$$Agua Alimentación = 7,17 \frac{TM}{h} * \frac{24 h}{día} = 172,08 \frac{TM}{día}$$

Producción de Agua de Alimentación por mes de días trabajados 26 días:

$$Agua Alimentación = 172,08 \frac{TM}{día} * \frac{26 días}{1 mes} = 4 474,08 \frac{TM}{mes}$$

Cálculo de Purga:

$$P = A - V$$

producción de purga de caldero por año de trabajo de 313 días.

$$Purga = 4 474,08 \frac{TM}{mes} - 4 305,6 \frac{TM}{mes}$$

$$Purga = 168,48 \frac{TM}{mes}$$

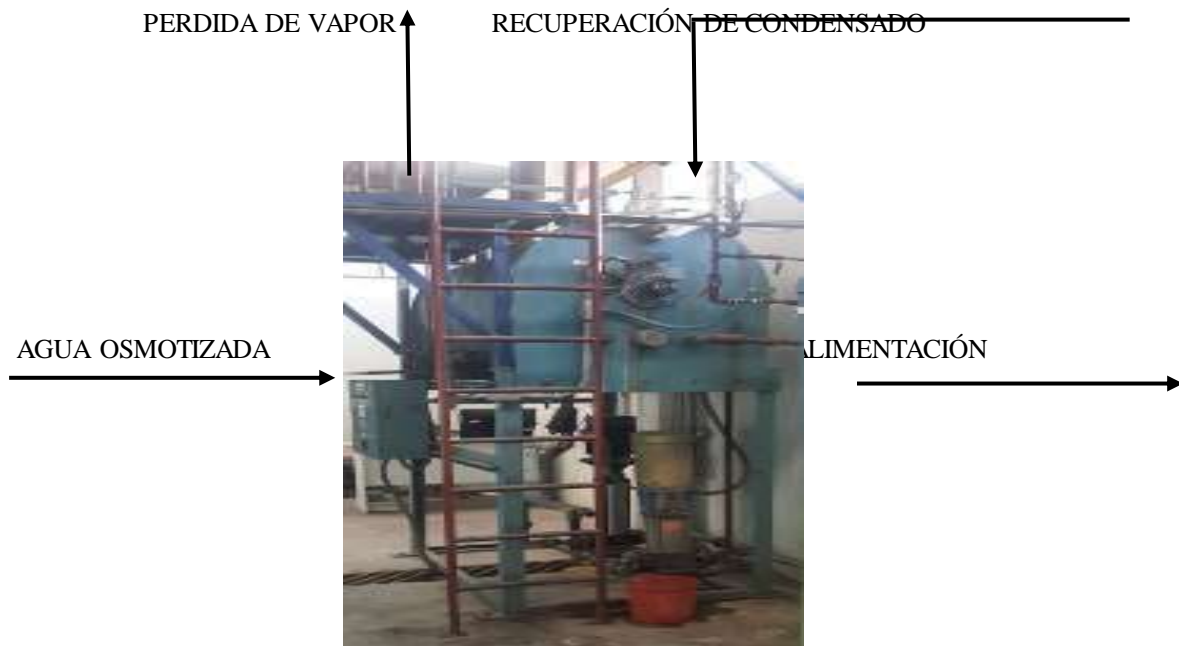
producción de purga de caldero por mes de trabajo de 26 días.

$$Purga = 168,48 \frac{TM}{mes} * \frac{1 mes}{26 día} = 6,48 \frac{TM}{día}$$

producción de purga de caldero por hora.

$$Purga = 6,48 \frac{TM}{día} * \frac{1 día}{24 horas} = 0,27 \frac{TM}{hora}$$

TANQUE DESEAREADOR



Balance Global en el Tanque Desaireador:

$$AO + R = VP + AL$$

Retorno de condensado es un 50% actualmente en la recuperación del condensado:

$$\begin{aligned} \text{Retorno de Condensado} \\ = \text{Agua de Alimentación} * \% \text{ Recuperación de Condensado} \end{aligned}$$

Retorno de condensado por hora:

$$\text{Retorno de Condensado} = 7,17 \frac{TM}{h} * 0,50$$

$$\text{Retorno de Condensado} = 3,59 \frac{TM}{h}$$

Retorno de condensado por día:

$$\text{Retorno de Condensado} = 3,59 \frac{TM}{h} * \frac{24 h}{día} = 86,16 \frac{TM}{día}$$

Retorno de condensado por año de días trabajados 313 días:

$$\text{Retorno de Condensado} = 86,16 \frac{TM}{día} * \frac{26 \text{ días}}{1 \text{ mes}} = 2 240,16 \frac{TM}{año}$$

Hallamos las pérdidas de Vapor

$$\text{Vapor} = \text{Retorno de Condensado} + \text{Pérdidas de Vapor}$$

$$\text{Pérdidas de Vapor} = 4\,305,6 \frac{\text{TM}}{\text{mes}} - 2\,240,16 \frac{\text{TM}}{\text{mes}}$$

$$\text{Pérdidas de Vapor} = 2\,065,44 \frac{\text{TM}}{\text{mes}}$$

Balance Global en el Tanque Desaireador:

$$\text{Ósmosis Inversa} + \text{Retorno de Condensado} = \text{Pérdidas de Vapor} + \text{Agua Alimentación}$$

$$\text{Ósmosis Inversa} = 2\,065,44 \frac{\text{TM}}{\text{mes}} + 4\,474,08 \frac{\text{TM}}{\text{mes}} - 2\,240,16 \frac{\text{TM}}{\text{mes}}$$

$$\text{Ósmosis Inversa} = 4\,299,36 \frac{\text{TM}}{\text{mes}}$$

Ósmosis Inversa el mes por 26 días trabajados:

$$\text{Ósmosis Inversa} = 4\,299,36 \frac{\text{TM}}{\text{mes}} * \frac{1 \text{ mes}}{26 \text{ días}} = 165,36 \frac{\text{TM}}{\text{día}}$$

Ósmosis Inversa por 24 horas:

$$\text{Ósmosis Inversa} = 165,36 \frac{\text{TM}}{\text{día}} * \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} = 6,92 \frac{\text{TM}}{\text{h}}$$



Hallamos el agua blanda

$$\text{Agua Blanda} = \text{Agua Osmotizada} + \text{Rechazo}$$

El Rechazo del Ósmosis Inversa Por hora nos da el rotámetro y señal de sensor del equipo:

$$\text{Rechazo de Ósmosis Inversa} = 1,02 \frac{\text{TM}}{\text{h}}$$

El Rechazo del Ósmosis Inverso Por día nos da:

$$\text{Rechazo de Osmosis Inversa} = 1,02 \frac{TM}{h} * \frac{24 h}{día}$$

$$\text{Rechazo de Osmosis Inversa} = 24,48 \frac{TM}{día}$$

El Rechazo del Ósmosis Inverso por mes nos da:

$$\text{Rechazo de Osmosis Inversa} = 24,48 \frac{TM}{día} * \frac{26 días}{mes}$$

$$\text{Rechazo de Osmosis Inversa} = 636,48 \frac{TM}{mes}$$

El agua blanda será.

$$\text{Agua Blanda} = 4\,299,36 \frac{TM}{mes} + 636,48 \frac{TM}{mes}$$

$$\text{Agua Blanda} = 4\,935,84 \frac{TM}{mes}$$

Calculamos el agua blanda por día:

$$\text{Agua Blanda} = 4\,935,84 \frac{TM}{mes} * \frac{mes}{26 días}$$

$$\text{Agua Blanda} = 189,84 \frac{TM}{día}$$

Calculamos el agua blanda por hora:

$$\text{Agua Blanda} = 189,84 \frac{TM}{día} * \frac{día}{24 horas}$$

$$\text{Agua Blanda} = 7,91 \frac{TM}{hora}$$



BALANCE GENERAL DEL AGUA FILTRADA

$$\text{Agua Filtrada} = \text{Agua Blanda} + \text{Purga de Regeneración}$$

Purga de Regeneración es de 60 galones por diseño de equipo de 10 Pies³

$$\text{Purga de Regeneración} = 60 \text{ galones} * \frac{1 \text{ TM}}{264 \text{ galones}}$$

$$\text{Purga de Regeneración} = 0,23 \text{ TM}$$

Durante el día se hacen 4 regeneraciones.

$$\text{Purga de Regeneración} = 0,23 \text{ TM/día} * 4$$

$$\text{Purga de Regeneración} = 0,92 \text{ TM/día}$$

Purga de Regeneración mes sería:

$$\text{Purga de Regeneración} = 23,92 \text{ TM/mes}$$

HALLAMOS EL AGUA FILTRADA POR DÍA

$$\text{Agua Filtrada} = \text{Agua Blanda} + \text{Purga de Regeneración}$$

$$\text{Agua Filtrada} = 189,84 \frac{\text{TM}}{\text{día}} + 0,92 \frac{\text{TM}}{\text{día}}$$

$$\text{Agua Filtrada} = 190,76 \frac{\text{TM}}{\text{día}}$$

HALLAMOS EL AGUA FILTRADA POR MES

$$\text{Agua Filtrada} = 4 \ 935,84 \frac{\text{TM}}{\text{mes}} + 23,92 \frac{\text{TM}}{\text{mes}}$$

$$\text{Agua Filtrada} = 4 \ 959,76 \frac{\text{TM}}{\text{mes}}$$



BALANCE GENERAL DEL AGUA FUENTE

$$\text{Agua Fuente} = \text{Agua Filtrada} + \text{Purga de Lavado}$$

Purga de Lavado es el 5% del Agua Filtrada para un diseño de equipo de 10 Pies³

$$\text{Purga de Lavado} = \text{Agua Filtrada} * 5\%$$

$$\text{Purga de Lavado} = 4\,959,76 \frac{\text{TM}}{\text{mes}} * 5\%$$

$$\text{Purga de Lavado} = 247,99 \frac{\text{TM}}{\text{mes}}$$

Purga de lavado por mes de 26 días trabajados sería:

$$\text{Purga de Lavado} = 247,99 \frac{\text{TM}}{\text{mes}} * \frac{1 \text{ mes}}{26 \text{ días}} = 9,54 \frac{\text{TM}}{\text{día}}$$

$$\text{Purga de Lavado} = 9,54 \frac{\text{TM}}{\text{día}}$$

HALLAMOS EL AGUA FUENTE POR DÍA

$$\text{Agua Fuente} = \text{Agua Filtrada} + \text{Purga de Lavado}$$

$$\text{Agua Fuente} = 190,76 \frac{\text{TM}}{\text{día}} + 9,54 \frac{\text{TM}}{\text{día}}$$

$$\text{Agua Fuente} = 200,3 \frac{\text{TM}}{\text{día}}$$

HALLAMOS EL AGUA FUENTE POR MES

$$\text{Agua Fuente} = 4\,959,76 \frac{\text{TM}}{\text{mes}} + 247,99 \frac{\text{TM}}{\text{mes}}$$

$$\text{Agua Fuente} = 5\,207,75 \frac{\text{TM}}{\text{mes}}$$

Anexo 3. Fotos de los equipos evaluados



Ablandadores automáticos



Equipo de osmosis inversa



Desaerador



Caldero pirotubular

Anexo 4. El investigador en la empresa



Dr. JHON HERBERT OBISPO GAVINO
ASESOR

Dr. CARLOS ENRIQUE MINAYA AZABACHE
PRESIDENTE

M(o). CARLOS JORGE SOLIS HUERTAS
SECRETARIO

M(o). MIGUEL FERNANDO RAMOS ROMERO
VOCAL