

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Investigación

**Diseño, implementación y análisis técnico económico
de tanques reactores, sistema de agitación y
calentamiento para la elaboración de artículos
de limpieza en la empresa CORVELS S.R.L.**

José Jesús Velasco Yáñez

Para optar el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Mecánica

Arequipa, 2020

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de investigación



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

ASESOR

ING. POLHETT CORALÍ BEGAZO VELÁSQUEZ

DEDICATORIA

A Dios porque me dio sabiduría y fuerza para terminar este proyecto

A mi familia por el apoyo constante y empuje para la realización de este proyecto.

A mi docente por el apoyo y las observaciones hechas en la elaboración del
proyecto de investigación

INDICE

DEDICATORIA.....	iii
INDICE	iv
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I	1
1. Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.1. Antecedentes del problema	1
1.2. Planeamiento del problema	2
1.3. Formulación del problema	3
1.3.1. Problema General.....	3
1.3.2. Problemas Específicos	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos	4
1.5. Justificación	4
1.6. Importancia de la investigación	5
1.7. Delimitación de la investigación.....	5
1.7.1. Delimitación espacial.....	5
1.7.2. Delimitación temporal	6
1.7.3. Delimitación social.....	6
1.7.4. Delimitación conceptual.....	6
1.8. Viabilidad de la investigación.....	6
1.9. Hipótesis de la investigación	6
1.10. Variables.....	7
CAPÍTULO II	8
2. Marco teórico y antecedentes.....	8

2.1.	Antecedentes de investigación.....	8
2.1.1.	Internacionales	8
2.1.2.	Nacionales.....	9
2.1.3.	Locales	9
2.2.	Bases teóricas	11
2.2.1.	Estructura de la empresa.....	11
2.2.2.	Descripción para el proceso para la fabricación de los artículos de limpieza de la empresa Corvel's S.R.L.....	12
2.2.3.	Diagrama de flujo del proceso de producción de artículos de limpieza de la línea caliente	14
2.2.4.	Línea de producción caliente.....	15
2.2.4.1.	Recepción de agua.....	15
2.2.4.2.	Pesado y preparación de los insumos	16
2.2.4.3.	Calentamiento del agua	17
2.2.4.4.	Ingreso de los insumos iniciales al tanque mezclador	18
2.2.4.5.	Agitación y mezcla de insumos	19
2.2.4.6.	Ingreso de los insumos finales al tanque mezclador	19
2.2.4.7.	Envasado del producto final	19
2.2.4.8.	Tapado y etiquetado del producto final.....	20
2.2.5.	Diagrama de flujo del proceso de producción de artículos de limpieza de la línea fría	22
2.2.6.	Línea de producción fría	23
2.2.6.1.	Recepción de agua.....	23
2.2.6.2.	Pesado y preparación de los insumos	24
2.2.6.3.	Ingreso de los insumos iniciales al tanque mezclador.....	25
2.2.6.4.	Agitación y mezcla de insumos	26
2.2.6.5.	Ingreso de los insumos finales al tanque mezclador	27
2.2.6.6.	Envasado del producto final	27
2.2.6.7.	Tapado y etiquetado del producto final.....	28
2.2.7.	Análisis químico de los productos de limpieza	28
2.3.	Agitación y mezclados en tanques	29
2.3.1.	Agitadores para tanques cerrados y tanques abiertos de montaje fijo	30
2.3.1.1.	Tipos de agitadores	31

2.3.1.2. Tipos de Flujo en Tanques Agitadores	35
2.3.1.3. Formas de evitar remolinos:	36
CAPITULO III	39
3. Metodología y alcance de la investigación	39
3.1. Método, y alcance de la investigación	39
3.2. Diseño de investigación.....	39
3.2.1. Nivel y tipo de investigación	40
3.2.2. Metodología a utilizar en el estudio	40
3.3. Población y muestra	41
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	42
3.4.1. Técnicas	42
3.4.2. Instrumentos.....	42
CAPITULO IV	43
4. Resultados de análisis técnico y cálculos de diseño	43
4.1. Investigación de las necesidades del usuario del tanque reactor.....	43
4.1.1. Lista de exigencias de tanque reactor	44
4.1.2. Matriz morfológica de tanque reactor	47
4.1.2.1. Definición y Utilidad	47
4.1.2.2. Aplicación	48
4.1.3. Análisis del proyecto.....	48
4.1.4. Desarrollo del proceso general de diseño de factibilidad de estudio	53
4.1.5. Definición de problema	55
4.1.6. Análisis de problema	55
4.1.7. Síntesis del problema	57
4.1.8. Evaluación de solución	59
4.1.9. Proyecto anteproyecto o preliminar	61
4.1.10. Estudios de anteproyecto	61
4.1.10.1. Análisis de sensibilidad de variables	61
4.2. Resultados de Diseño de portafolio de alternativas de tanque reactor.....	62

4.3.	Evaluación técnica de alternativas para tanque reactor basándose en norma VDI 2225	69
4.4.	Evaluación económica de alternativas para tanque reactor basándose en norma VDI 2225	72
4.5.	Resultados del análisis de variables técnicas y económicas.....	75
4.5.1.	Árbol de sistema.....	75
4.5.2.	Lista de exigencias	78
4.5.3.	Mapa de procesos	82
4.6.	Análisis de sensibilidad de variables	92
4.6.1.	Determinación de las propiedades fisicoquímicas de los productos de limpieza (Variable dependiente).....	92
4.6.2.	Variables de entrada y salida	93
4.6.3.	Diseño de la solución para sensibilidad de variables.....	95
4.6.4.	Determinación de la potencia del agitador.....	97
4.6.5.	Determinar la potencia para los alabes de turbina	99
4.6.6.	Determinación de los requisitos de energía calorífica y el calentamiento de líquidos	101
4.6.6.1.	Pasos necesarios en la determinación de los totales requisitos de energía	101
4.6.6.2.	Consideraciones de diseño para el calculo	102
4.6.6.3.	Determinación de calentamiento de agua para el proceso de elaboración de la línea caliente	102
4.6.6.4.	Requisitos totales para el proyecto de energía calorífica	103
4.6.6.5.	Ecuaciones básicas para el proyecto de la energía calorífica	105
4.6.6.6.	Ecuación para el proyecto de energía calorífica necesaria para aumentar la temperatura de los materiales (sin cambio de estado).....	105
4.6.6.7.	Pérdida de calor de las superficies.....	107
4.6.6.8.	Ecuación correcta de pérdida de energía calorífica de las superficies. ..	107
4.6.6.9.	Calor necesario para el arranque	110
4.7.	Análisis de sensibilidad económica de costos del proyecto.....	110
4.7.1.	Costo de implementación de proyecto.....	110
4.7.2.	Evaluación de indicadores económicos de diseño del sistema	115
4.7.2.1.	Determinación de TMAR	115
4.7.2.2.	Determinación de VAN	116

4.7.2.3. Determinación de TIR.....	118
CONCLUSIONES.....	121
RECOMENDACIONES	122
BIBLIOGRAFIA	123
ANEXOS	125
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	126
Anexo 2: Cronograma de actividades y Diagrama de Gantt	127
Anexo 3: Recomendaciones para el proceso de construcción a futuro.....	130
Anexo 4: Presupuesto para el desarrollo de trabajo de investigación.....	137

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1.	Operacionalización de variables.....	7
Tabla N° 2.	Lista de exigencias del proyecto a realizar.....	44
Tabla N° 3.	Matriz Morfológica de tanque reactor.....	65
Tabla N° 4.	Jerarquización de factores para poder determinar la importancia de análisis técnico.....	69
Tabla N° 6.	: Evaluación técnica de las 2 alternativas de tanque reactor.....	70
Tabla N° 7.	Jerarquización de factores para poder determinar la importancia de análisis económico.....	72
Tabla N° 9.	Evaluación económica de las 2 alternativas para tanque reactor...	73
Tabla N° 10.	Lista de exigencias de proyecto.....	78
Tabla N° 11.	Entradas y salidas de preparación de artículos de limpieza.....	84
Tabla N° 12.	Descomposición del problema a través de una caja negra.....	85
Tabla N° 13.	Análisis de las propiedades fisicoquímicas para los artículos de limpieza de la empresa Corvel's S.R.L.....	93
Tabla N° 14.	Definición de sensibilidad de variables tanque reactor.....	93
Tabla N° 15.	Calculo de variables sensibles a hallar.....	95
Tabla N° 16.	Costo De Fabricación de taques reactores.....	111
Tabla N° 17.	Premio de riesgo.....	116
Tabla N° 18.	Calculo de TMAR.....	116
Tabla N° 19.	Flujo neto efectivo de los últimos 5 años.....	118
Tabla N° 20.	Determinación de VAN.....	118
Tabla N° 21.	Determinación del TIR.....	119
Tabla N° 22.	Matriz de consistencia para el trabajo de investigación.....	126
Tabla N° 23.	Cronograma de actividades para el proyecto.....	127
Tabla N° 24.	Pasos secuenciales para la construcción del proyecto.....	131
Tabla N° 22.	Presupuesto del capital humano.....	137
Tabla N° 23.	Presupuesto de herramientas.....	137

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Artículos de limpieza “BRISSOL” producidos por la empresa Corvel’s S.R.L. De izquierda a derecha: Limpiavidrios multiusos, pino desinfectante, jabón líquido, cera autobrillantes siliconada, shampoo para alfombras, ambientadores líquidos, y cera al agua	12
Figura N° 2. Áreas de trabajo de la empresa Corvel’s S.R.L.”	13
Figura N° 3. Diagrama de flujo de la línea caliente de la producción	14
Figura N° 4. Línea de producción en caliente “BRISSOL” de la empresa Corvel’s S.R.L.	15
Figura N° 5. Nivel de llenado inicial de agua para la línea caliente: “BRISSOL” de la empresa Corvel’s S.R.L.....	16
Figura N° 6. Sistema de pesado manual de los insumos de los artículos” BRISSOL” de la empresa Corvel’s S.R.L.	17
Figura N° 7. Calentamiento del agua para la línea caliente de los artículos” BRISSOL” de la empresa Corvel’s S.R.L.	17
Figura N° 8. Almacén de insumos para la línea caliente de los artículos “BRISSOL” de la empresa Corvel’s S.R.L.	18
Figura N° 9. Sistema de agitación manual para la línea caliente de los artículos “BRISSOL” de la empresa Corvel’s S.R.L.	19
Figura N° 10. Envasado manual de los artículos” BRISSOL” de la empresa Corvel’s S.R.L.	20
Figura N° 11. Tapado y etiquetado manual de los artículos “BRISSOL”	21
Figura N° 12. Diagrama de flujo de la línea fría de la producción	22
Figura N° 13. Nivel de llenado inicial de agua para la línea fría “BRISSOL” de la empresa Corvel’s S.R.L.....	23
Figura N° 14. Sistema de pesado manual de los insumos de los artículos “BRISSOL” de la empresa Corvel’s S.R.L.	25
Figura N° 15. Tanque de mezcla de los insumos de los artículos “BRISSOL” de la empresa Corvel’s S.R.L.....	26
Figura N° 16. Formación de grumos por una mala agitación de los artículos “BRISSOL” de la empresa Corvel’s S.R.L.	26
Figura N° 17. Envasado de los artículos “BRISSOL” de la empresa Corvel’s S.R.L.	27
Figura N° 18. Tapado y etiquetado manual de los artículos “BRISSOL”	28

Figura N° 19. Medición de pH de los de los artículos "BRISSOL".....	29
Figura N° 20. Partes de un tanque mezclador.....	30
Figura N° 21. Clasificación de los agitadores.....	32
Figura N° 22. Lado superior tipo de agitadores; Lado inferior tipo de agitadores tipo turbina	35
Figura N° 23. Lado superior formas de flujo en los sistemas agitados mediante hélices; Lado inferior ubicación de los deflectores y agitador turbina en el tanque	38
Figura N° 24. Fases del proceso de diseño en ingeniería mecánica.....	50
Figura N° 25. Elementos básicos el planeamiento de un problema.	51
Figura N° 26. Elementos utilizados para alcanzar una solución a un problema dado	52
Figura N° 27. . Elementos necesarios para alcanzar una solución a un problema dado.	54
Figura N° 28. Transformación de un recurso o un medio a un fin u objetivo	54
Figura N° 29. Técnica de la matriz morfológica para el diseño de un sistema de extracción manual de rodamientos.....	59
Figura N° 30. Evaluación de alternativas.....	74
Figura N° 31. Partes principales del equipo	76
Figura N° 32. Árbol del sistema de proyecto	77
Figura N° 33. Mapa de procesos del proyecto	82
Figura N° 34. Diagramas las variables de entradas y salidas de preparación de artículos de limpieza.....	83
Figura N° 35. Ubicación de los componentes del reactor.....	83
Figura N° 36. Diseño de estructura de funciones e interacción del sistema de maquina mezcladora de artículos de limpieza.....	88
Figura N° 37. Diseño de estructura de funciones con PLC e interacción del sistema de maquina mezcladora de artículos de limpieza.....	89
Figura N° 38. Diseño de los componentes mecánicos del equipo.....	90
Figura N° 39. Diseño de los componentes mecánicos dentro del tanque	90
Figura N° 40. Ubicación de electroválvulas.....	91
Figura N° 41. Ubicación de sensores	91
Figura N° 42. Ubicación de PLC sensores y protecciones eléctricas y pulsadores	

Figura N° 43. N_P VS N_{RE}	98
Figura N° 44. N_{Po} VS N_{Re}	99
Figura N° 45. Factor de Servicio de la norma NEMA MG-1	101
Figura N° 46. Perdidas de calor de superficies acuosas	108
Figura N° 47. Perdidas de calor de superficies de metal aisladas combinadas con pérdidas de la convección y la radiación	109
Figura N° 48. Tasa de inflación de los últimos años.....	115
Figura N° 49. Análisis grafico de VAN vs TMAR	120

RESUMEN

En la actualidad en la coyuntura social y los problemas generados por la pandemia ha generado el descontrol en los temas de lugares y personas infectadas, y es por ello que la demanda de los artículos de limpieza han aumentado es así que por consiguiente, tanto la organización mundial de la salud así como el gobierno peruano está exigiendo medidas preventivas de control colectivo como personal en los cuales se encuentra usar artículos de limpieza los cuales ayuden a combatir la expansión de la enfermedad.

La fabricación de artículos de limpieza en nuestra ciudad es de manera informal y muchas veces si los controles de calidad y herramientas necesarias.

En el presente trabajo se desarrollará un análisis técnico económico para el desarrollo de un tanque reactor para la fabricación de artículos de limpieza para mejorar la calidad de los productos

PALABRAS CLAVES

Sensibilidad, caja negra, agitación, viscosidad, VAN, TIR, torque, esfuerzo cortante, fuerza, límite de fluencia, RPM, Kw.

ABSTRACT

Currently, in the social situation and the problems generated by the pandemic, it has generated lack of control in the issues of places and infected people, and that is why the demand for cleaning supplies has increased, so therefore, both the organization health world as well as the Peruvian government is demanding preventive measures of collective control as personnel in which it is to use cleaning supplies which help to combat the spread of the disease.

The manufacture of cleaning supplies in our city is informal and many times if the quality controls and tools are necessary.

In the present work, an economic technical analysis will be developed for the development of a reactor, thank for the manufacture of cleaning articles to improve the quality of the products.

KEYWORDS

Sensitivity, black box, agitation, viscosity, NPV, TIR, torque, shear stress, force, yield point, RPM, Kw.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad en nuestra sociedad se observa muchos problemas con el uso de artículos de limpieza debido a la falta de conocimiento por falta del consumidor, vendedor o del fabricante, ya que muchas veces no se considera las propiedades fisicoquímicas o las técnicas o procesos de elaboración adecuadas las cuales generan desconfianza o exceso de la confianza por parte del consumidor el cual en vez de volverse un elemento para combatir o eliminar las bacterias se vuelve al revés. Lamentablemente no se ha podido llegar a concientizar a las personas tanto consumidores como fabricantes en el correcto criterio para elaborar artículos de limpieza lo que proporciona o lo que logran es agrandar la enfermedad es por ello que la presente investigación analizará las principales variables para el diseño de un tanque reactor para la correcta elaboración de artículos de limpieza.

En el primer capítulo identificar a los problemas que en este caso es identificar las principales variables que influyen en la elaboración de artículos de limpieza en una empresa regional de elaboración, además de identificar los objetivos y analizar las soluciones

El segundo capítulo se explica el marco teórico el cual principalmente explica los conceptos de la empresa el proceso de elaboración de las líneas de producción, así como también los distintos tipos de reactor que hay.

En el tercer capítulo qué explica la metodología a utilizar además de ello sólo conceptos básicos el nivel de investigación también el tipo de investigación además cómo se determina la metodología de análisis de sensibilidad, de variables de proceso además del análisis de alternativas por matriz morfológica.

En el cuarto capítulo nos mostrara los principales resultados; se realizará un análisis de sensibilidad, de las variables de los principales aspectos para

diseñar un tanque reactor con un sistema de calefacción y envasado automatizado, el cual permita generar artículos de limpieza uniformes sin grumos o en 2 fases.

En el análisis de sensibilidad se considerará variables de potencia de motor como la capacidad calorífica de las resistencias, De igual manera se realizará el análisis de variables económicas para ver la factibilidad del proceso.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1. Planteamiento y formulación del problema

1.1. Antecedentes del problema

Según Velasco (2019) en su tesis “Aplicación de la Metodología de Gestión de Mantenimiento del Marshall Institute en el área de mantenimiento de la empresa Corvel’s”, de la Universidad Continental menciona que Actualmente la producción de artículos de limpieza en la empresa Corvel’s S.R.L. ha crecido considerablemente en su producción de artículos de limpieza debido al crecimiento de la demanda, la calidad y costos de los mismos además de ello la influencia de la pandemia ha generado gran demanda de artículos de limpieza; pero el proceso de producción manual o artesanal de estos productos no cubre el mercado o ventas que se requieren obteniendo pérdidas económicas y además no cubriendo las licitaciones o pedidos de sus clientes, además de ello de los productos generados se observan algunas falencias como son la formación de 2 fases en los productos de limpieza, la formación de grumos, generando la percepción de un producto de mala imagen.

El proceso de producción de tanto la línea fría como caliente de los productos básicamente está constituida por: un reactor mezclador, un sistema de

calentamiento por una cocina industrial a gas para la línea caliente, unas paletas de madera para la agitación y mezcla de los productos. En términos generales lo que se realiza primero es llenar los tanques con agua potable controlando el nivel de flujo de llenado luego de ello en caso de la línea caliente se calienta por medio de la cocina industrial hasta 82°C; luego en el caso de ambas líneas se agregan los distintos insumos cuyas principales funciones es darles las propiedades específicas o características a cada producto. Luego de pasar el tiempo de cocción, agitación y mezcla uniforme de los insumos se pasa al proceso de envasado manual el cual se realiza por medio de probetas graduadas a medida. Para culminar se pasa al tapado y etiquetado en forma manual.

La producción actual ha observado pérdidas de oportunidades de ventas ya que los tanques no cubren el volumen de producción haciendo perder licitaciones públicas principalmente en las de mayor cuantía en las cuales la fecha de entrega tiene un puntaje considerable.

1.2. Planeamiento del problema

Actualmente la producción de artículos de limpieza en la empresa ha crecido considerablemente debido al crecimiento de la demanda, la calidad y costos de los mismos además de ello la influencia de la pandemia ha generado gran demanda de artículos de limpieza; pero el proceso de producción manual o artesanal de estos productos no cubre el mercado o ventas que se requieren obteniendo pérdidas económicas y además no cubriendo las licitaciones o pedidos de sus clientes, además de ello de los productos generados se observan algunas fallencias como son la formación de 2 fases en los productos de limpieza, la formación de grumos, generando la percepción de un producto de mala imagen.

El proceso de producción de tanto la línea fría como caliente de los productos básicamente está constituida por: un reactor mezclador, un sistema de

calentamiento por una cocina industrial a gas para la línea caliente, unas paletas de madera para la agitación y mezcla de los productos. En términos generales lo que se realiza primero es llenar los tanques con agua potable controlando el nivel de flujo de llenado luego de ello en caso de la línea caliente se calienta por medio de la cocina industrial hasta 82°C; luego en el caso de ambas líneas se agregan los distintos insumos cuyas principales funciones es darles las propiedades específicas o características a cada producto. Luego de pasar el tiempo de cocción, agitación y mezcla uniforme de los insumos se pasa al proceso de envasado manual el cual se realiza por medio de probetas graduadas a medida. Para culminar se pasa al tapado y etiquetado en forma manual.

1.3. Formulación del problema

“Diseño, implementación y análisis técnico económico de tanques reactores, sistema de agitación y calentamiento para la elaboración de artículos de limpieza en la empresa CORVELS S.R.L, mejorara la calidad en viscosidad, uniformidad y ventas del producto.”

1.3.1. Problema General

¿Existe algún análisis técnico y económico de variables que influyen en el diseño de reactores para la producción de artículos de limpieza para mejorar la presentación y venta de producto de limpieza?

1.3.2. Problemas Específicos

- ¿Existe algún tipo de análisis técnico económico que influyen en el diseño y fabricación de artículos de limpieza?
- ¿Existe algún tipo de análisis de sensibilidad de variables que influyen en el diseño y fabricación de artículos de limpieza?

- ¿Existe en el mercado local algún tipo de análisis de sensibilidad económica que influyen en el diseño y fabricación de artículos de limpieza?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar, calcular y diseñar las variables técnicas y económicas que influyen en la producción de artículos de limpieza que generar inconvenientes en la presentación y venta de producto de limpieza

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar, diseñar y calcular el análisis técnico económico que influyen en el diseño y fabricación de artículos de limpieza, mediante matriz morfológica y análisis VDI
- Determinar, analizar y calcular el análisis de sensibilidad de variables que influyen en el diseño y fabricación de artículos de limpieza mediante cálculos de potencia de motor y potencia de resistencias eléctricas.
- Determinar y analizar el análisis de sensibilidad de variables económicas del proyecto mediante el análisis del VAN y el TIR

1.5. Justificación

Justificación económica, este proyecto de investigación tiene como objetivo que ante los posibles cambios o modificaciones la empresa CORVELS S.R.L. pueda mejorar sus ventas al implementar un tanque reactor a su producción en la su inversión no es tan costoso, que mejore su producción y por ende incremente su rentabilidad.

Justificación técnica, el presente estudio nos permitirá conocer la diversidad de variables que se utiliza para el proceso industrial de fabricación de artículos de limpieza la empresa CORVELS S.R.L. identificando así las principales variables y parámetros de mejora para optimizar su proceso de agitación y calentamiento y así aumentar la calidad de su producto.

Justificación social, la propuesta que se desea implementar permitirá que la empresa CORVELS S.R.L. mejore su imagen corporativa convirtiéndose en un factor favorable para incrementar así la cartera de clientes y que la empresa sea más competitiva en el mercado. La implementación del estudio también significará nuevos puestos de trabajo, mayores ingresos económicos y financieros. Además de ello la actual coyuntura solicita productos con calidad y con las fichas y hojas de seguridad adecuadas, para ello este proyecto dará un producto de calidad y de grandes estándares de calidad

1.6. Importancia de la investigación

En cualquier tipo de negocios es realmente importante que los productos que se oferten sean de calidad, este factor no solo garantiza la satisfacción del cliente sino también las ventas de la empresa, siendo un factor relevante se busca identificar las falencias del proceso productivo de la empresa CORVELS S.R.L. y así optimizar el uso y el funcionamiento del diseño de reactor para obtener un producto de calidad.

1.7. Delimitación de la investigación

1.7.1. Delimitación espacial

La investigación se realizó en el área de producción de la empresa CORVELS S.R.L. ubicada en el Distrito de Cercado de la ciudad de Arequipa.

1.7.2. Delimitación temporal

La investigación y el levantamiento de información se trabajaron entre los respectivos meses de enero a julio del 2020.

1.7.3. Delimitación social

La investigación comprende a las especificaciones técnica del Área de producción de la empresa CORVELS S.R.L. en el Distrito Cercado de la ciudad de Arequipa.

1.7.4. Delimitación conceptual

La investigación se basa en los conceptos fundamentales del proceso productivo para mejorar la calidad de los productos de limpieza de la empresa CORVELS S.R.L. del distrito de Cercado de la ciudad de Arequipa.

1.8. Viabilidad de la investigación

La investigación es viable comercial, técnica y económica ya que se dispone de información, de recursos humanos y económicos para llevarlo a cabo.

1.9. Hipótesis de la investigación

El diseño, implementación y análisis técnico económico de tanques reactores, sistema de agitación y calentamiento para la elaboración de artículos de limpieza en la empresa CORVELS S.R.L, mejorara la calidad en viscosidad, uniformidad y ventas del producto, modificando el proceso industrial, implementando nueva tecnología, incrementando la rentabilidad de la empresa.

1.10. Variables

Tabla N° 1. Operacionalización de variables

variable	Dimensión	Indicador
Independiente		
Diseño, Implementación y Análisis Técnico de Tanques de reactores	Exigencias de proyecto de diseño mecánica	<ul style="list-style-type: none"> • Geometría • Fuerzas • Energía • Señales y control • Materiales • Fabricación y montaje • Vida y mantenimiento • Costo
Dependiente		
	Potencia de motor	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia de agitador Reynolds • Potencia de los alabes
Calidad	Potencia de resistencia eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • kWh necesarios para aumentar la temperatura del agua • kWh necesarios para aumentar la temperatura del tanque de acero • kWh de pérdida de las superficies por radiación, convección y evaporación de acero • kWh de pérdida de las superficies por radiación, convección y evaporación de agua
Rentabilidad	Costos de proyecto	TMAR, TIR, VAN

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2. Marco teórico y antecedentes

2.1. Antecedentes de investigación

2.1.1. Internacionales

En el manual de cálculos planta de producción de ácido fórmico de la compañía FORMIC COMPANY (2014) indica que la reacción de síntesis del formiato de metilo que se produce dentro de la primera zona de reacción se trata de una reacción catalizada de dos fases: líquida y gaseosa. En la fase líquida de la reacción se encuentra el reactivo metanol junto con el catalizador metóxido sódico disuelto en este y el producto metilformiato. El monóxido de carbono es el reactivo que se encuentra en la fase gas. En este tipo de reactores la transferencia de materia y calor es muy eficiente.

Por las características físicas de la reacción y debido al hecho que hay dos fases una líquida y otro gas, se utiliza un reactor de burbujeo o también denominado bubble column. Este tipo de reactor consiste en un tanque cilíndrico vertical lleno de líquido en el que se inyecta gas en la base de la

columna en forma de burbujas mediante un distribuidor. Es una operación donde se exponen dos fases en contracorriente ya que el líquido entra por la parte superior y sale por la base de la columna. En cambio, el gas se entra por la base de columna y sale por la parte más alta del reactor

2.1.2. Nacionales

Ana Lucía Rodríguez (2014), en su trabajo “Diseño y construcción de un reactor tipo batch para el Laboratorio de Operaciones Unitarias” identifico que hay varios tipos de reactores los cuales son usados a nivel industrial. Entre los diferentes tipos de reactores se encuentran los de tipo batch o por lotes; estos reactores, son comúnmente usados para estudios cinéticos, debido a la facilidad de medición de parámetros necesarios, como son la concentración y el tiempo de reacción. El objetivo del trabajo es el diseño y la construcción de un reactor tipo batch para el laboratorio de operaciones unitarias de la Universidad Internacional SEK; para de esta forma enriquecer el proceso de formación de los estudiantes en el área de la cinética de las reacciones, con la implementación de prácticas de laboratorio. Una vez dimensionado, se construyó el reactor y se realizó una prueba de funcionamiento, usando como base la reacción de saponificación del acetato de etilo, los resultados obtenidos con el reactor fueron muy similares a estudios cinéticos previamente realizados. Conjuntamente se realizó un manual de operación del equipo para su uso.

2.1.3. Locales

Coaguila Gonzales, Jonathan Miguel; Condori Pilares (2012), en su trabajo se ha diseñado, construido y puesto en operación la chaqueta para un tanque reactor agitado que se encontraba en el laboratorio de Diseño de Reactores de 0.027 m³ de capacidad total en el cual se pueden llevar a cabo diversas prácticas de laboratorio en los cursos de Diseño de Reactores, Balance de Materia y Energía como también de Transferencia de Calor. Las mejoras mencionadas incluyen incorporación al tanque de una chaqueta en

acero inoxidable tipo AISI 304 de 32 cm de diámetro y un visor tipo columna de material plástico para la medición del nivel que sirven para tener un mejor control de las variables temperatura y nivel de mezcla en el tanque. Para demostrar su funcionamiento se efectuaron tres pruebas de balance de materia y tres pruebas de balance de calor.

Los resultados experimentales de las pruebas de balance de materia obtenidos se compararon con las concentraciones obtenidas del modelo propuesto para cada condición de operación con los que se consiguieron errores absolutos promedio de 0.45 lo cual indica que las pruebas se realizaron adecuadamente en cuanto a instrumentación, toma de datos y adecuada operación del reactor. En las pruebas de balance de calor se compararon los perfiles de las temperaturas experimentales con las temperaturas teóricas obtenidas de los modelos matemáticos obteniéndose una buena correspondencia entre ellas, estas pruebas sirvieron para el cálculo del coeficiente global de transferencia de calor (U). Además, se encontró que U para el tanque es constante en las tres pruebas de balance de calor realizadas.

Las correlaciones empíricas encontradas en la literatura aplicadas a las pruebas realizadas se relacionan escasamente, presumimos que las causas son la falta de aislamiento térmico y la geometría del agitador del tanque en cuestión además de que los datos en los que se basan estas correlaciones a menudo se han obtenido bajo condiciones de laboratorio donde es posible ejercer un cuidadoso control de todas las variables, sin embargo en aplicaciones prácticas como las que realizamos puede que no se tenga un control tan cuidadoso y pueden existir diferencias.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Estructura de la empresa

Según Jose Velasco (2019) en su tesis “Aplicación de la Metodología de Gestión de Mantenimiento del Marshall Institute en el área de mantenimiento de la empresa Corvel’s”, de la Universidad Continental describe que la empresa Corvel’s S.R.L. es una empresa la cual en los últimos 7 años ha producido su propia marca de productos de limpieza “Brissol” entre su principales productos cera al agua, pino desinfectante, jabón líquido, jabón en gel, Limpiavidrios, ambientadores líquidos, shampoo para alfombras y cera auto brillantes siliconada en colores rojo, negra, amarilla, azul y verde.

Posee 2 líneas de producción:

- La línea de frio donde principalmente se produce jabón líquido, jabón en gel, Limpiavidrios, ambientadores líquidos, shampoo para alfombras y la cera auto brillante siliconada en sus distintos colores
- La línea de caliente donde principalmente se produce cera al agua, pino desinfectante.

Los principales parámetros que se controlan en las 2 líneas de producción son el llenado del agua potable en los tanques mezcladores de 40 galones o 151,10 litros además de la temperatura de 82°C del agua ya que a esa temperatura la mayoría de insumo se diluyen o deshacen; además de la agitación que se le dé, el cual permite la uniformidad del producto y para culminar la cantidad de producto en el llenado de los envases (envasado).



Figura N° 1. Artículos de limpieza “BRISSOL” producidos por la empresa Corvel’s S.R.L. De izquierda a derecha: Limpiavidrios multiusos, pino desinfectante, jabón líquido, cera autobrillantes siliconada, shampoo para alfombras, ambientadores líquidos, y cera al agua
Fuente: Elaboración propia

2.2.2. Descripción para el proceso para la fabricación de los artículos de limpieza de la empresa Corvel’s S.R.L.

Según José Velasco (2019) en su tesis “Aplicación de la Metodología de Gestión de Mantenimiento del Marshall Institute en el área de mantenimiento de la empresa Corvel’s”, de la Universidad Continental describe que la difusión de una cultura higiénica en muchas empresas privadas como del estado ha llevado a que estas tomen la importancia del mismo y desarrollen estándares de higiene personal como de las áreas de trabajo para que así logren un prestigio no solo en los servicios que den sino en la imagen que muestran al público en general como para sus trabajadores cumpliendo con la normativa que el estado dispone.

Es por ello que la demanda de artículos de limpieza se ha incrementado y la empresa Corvel’s S.R.L. a consecuencia de esto ha decidido rediseñar y analizar una nueva línea de producción en la cual se aumente la producción además de una mayor facilidad y control del proceso de producción. Los principales pasos para la producción de los distintos productos de limpieza los dividiremos en una línea de frío y otra de caliente.

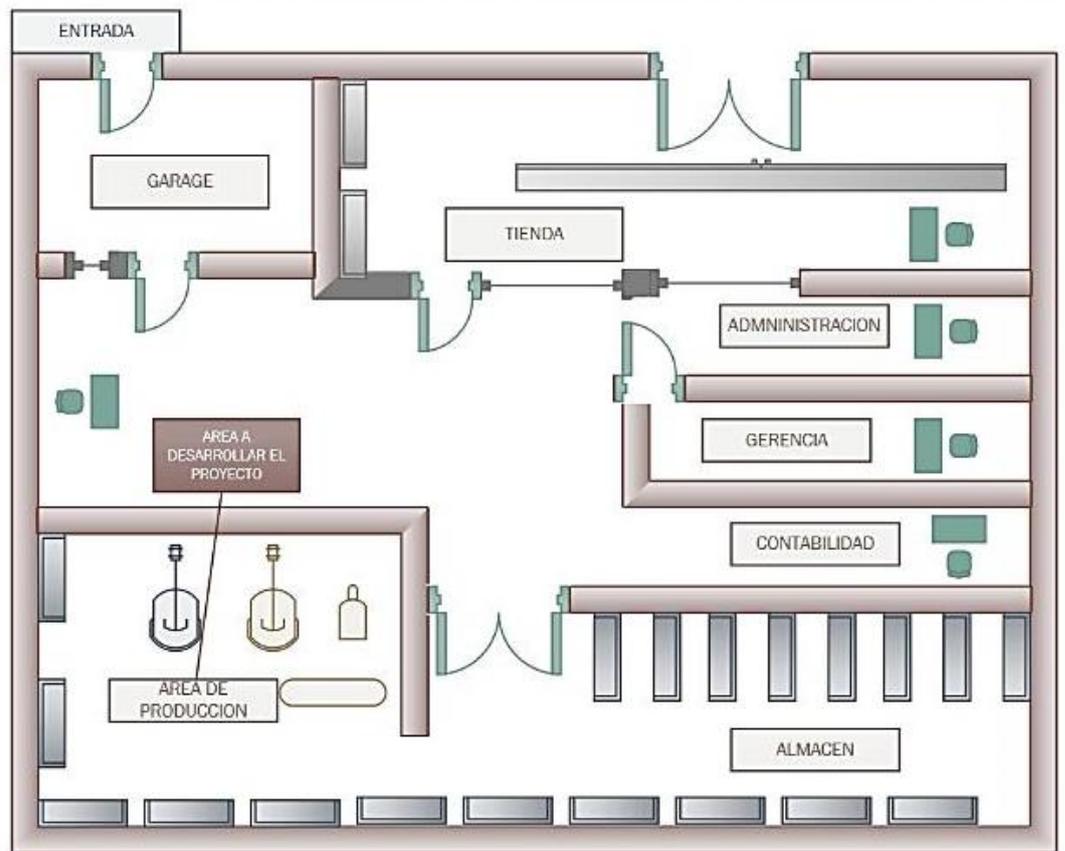


Figura N° 2. Áreas de trabajo de la empresa Corvel's S.R.L.”
Fuente: Elaboración propia

2.2.3. Diagrama de flujo del proceso de producción de artículos de limpieza de la línea caliente

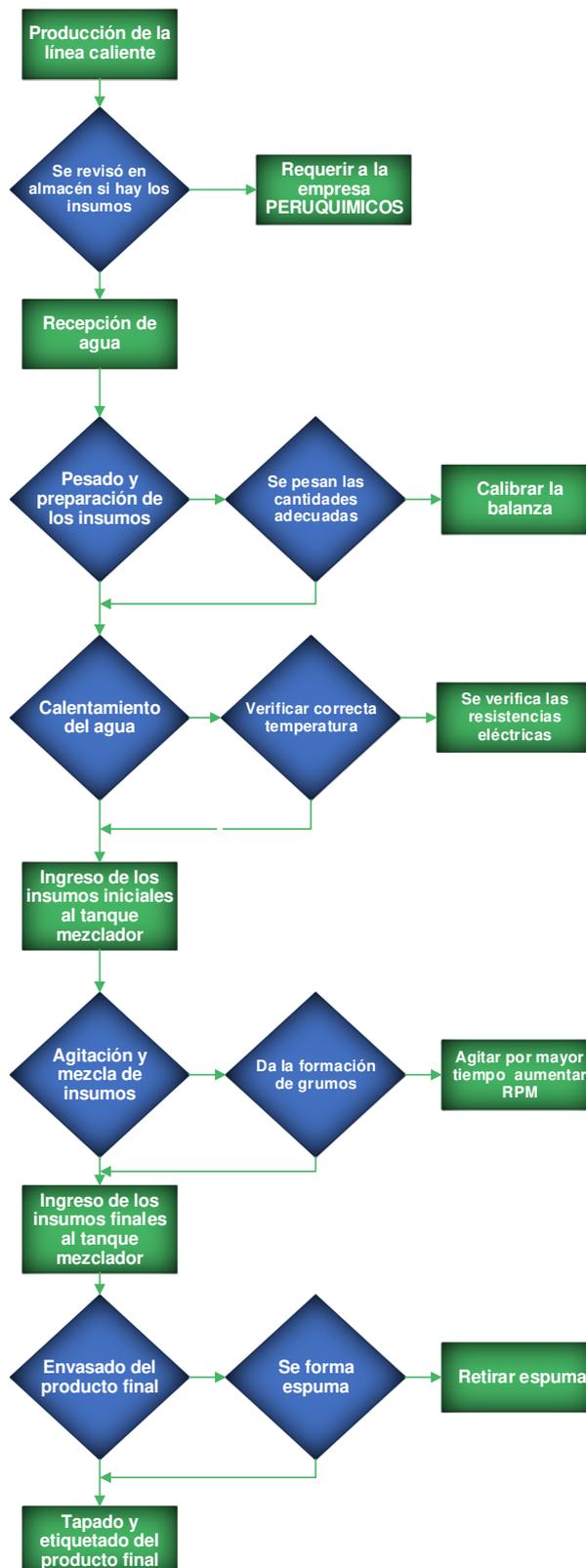


Figura N° 3. Diagrama de flujo de la línea caliente de la producción

Fuente: Elaboración propia

2.2.4. Línea de producción caliente.

Según Jose Velasco (2019) en su tesis “Aplicación de la Metodología de Gestión de Mantenimiento del Marshall Institute en el área de mantenimiento de la empresa Corvel’s”, de la Universidad Continental describe que esta línea se diferencia solo de la línea de frío en los tiempos de preparación los cuales necesitan mayor tiempo de preparación ya que muchos de los insumos se encuentran en estado sólido y necesitan diluirse y mezclarse uniformemente es por ello que se utiliza una cocina industrial de 2 hornillas a gas para el calentamiento de las mismas.



Figura N° 4. Línea de producción en caliente "BRISSOL" de la empresa Corvel's S.R.L.

Fuente: Elaboración propia

En esta línea se realizan 2 productos los cuales son muy cotizados en el mercado como son la cera al agua y el desinfectante pino. En esta línea los procesos tanto para la cera como para el desinfectante son los mismos con la diferencia en el proceso de pesado y preparación de insumos, así como el ingreso de insumos iniciales al tanque luego los demás procesos son iguales y se describirán a continuación:

2.2.4.1. Recepción de agua

La recepción de agua se realiza por medio de un sistema de cañerías de PVC o por medio de una manguera de caucho el cual llena en primer lugar

aproximadamente unos 17 litros del tanque receptor (una novena parte del total del tanque).



Figura N° 5. Nivel de llenado inicial de agua para la línea caliente: “BRISSOL” de la empresa Corvel’s S.R.L.
Fuente: Elaboración propia

2.2.4.2. Pesado y preparación de los insumos

El pesado generalmente se hace por medio de una balanza de una capacidad de 5 kilos calibrada manualmente y otra de una capacidad de 50 kilos

Para cera al agua: Se miden las cantidades para un total de 40 galones de producción (capacidad del tanque). Se pesan los principales insumos como son el emulsificador, la parafina, espesante, un insumo para dar el brillo, formol para evitar la descomposición del producto y esencia.

Para el desinfectante pino: Se pesan los principales insumos como son el aceite de pino, el espesante, el espumante, el desinfectante pino el formol para evitar la descomposición del producto y el emulgador (junta el aceite con el agua).



Figura N° 6. Sistema de pesado manual de los insumos de los artículos” BRISSOL” de la empresa Corvel’s S.R.L.
Fuente: Elaboración propia

2.2.4.3. Calentamiento del agua

El calentamiento del agua se hace por medio de una cocina industrial a gas el cual tarda aproximadamente unos 15 a 20 min en calentar el agua. La temperatura de trabajo es de aproximadamente 82° C el cual no es uniforme en el reactor ya que la diferencia entre el área de la hornilla y la base de la olla no es proporcional.



Figura N° 7. Calentamiento del agua para la línea caliente de los artículos” BRISSOL” de la empresa Corvel’s S.R.L.
Fuente: Elaboración propia.

2.2.4.4. Ingreso de los insumos iniciales al tanque mezclador

- Para la cera al agua: Entre cada insumo e insumo se debe de esperar que este se diluya en primer lugar se echa el espesante el cual se encuentra en estado sólido y tarda aproximadamente unos 2 minutos en diluirse luego de ello se echa el emulgador, después se echa la parafina pero en trozos pequeños ya que este le dará la propiedad a la cera para fijar en el piso y el color, al diluirse este se echa el insumo que produce el brillo. Se espera que estos insumos se diluyan completamente.
- Para el desinfectante pino: Este proceso es donde se forma una pasta con la dilución de todos los insumos y entre cada insumo e insumo se debe de esperar que este se diluya; en primer lugar, se echa el espesante seguido por el espumante. en este momento es donde se forma la pasta y seguido a esto se echa el aceite de pino y el emulgador.

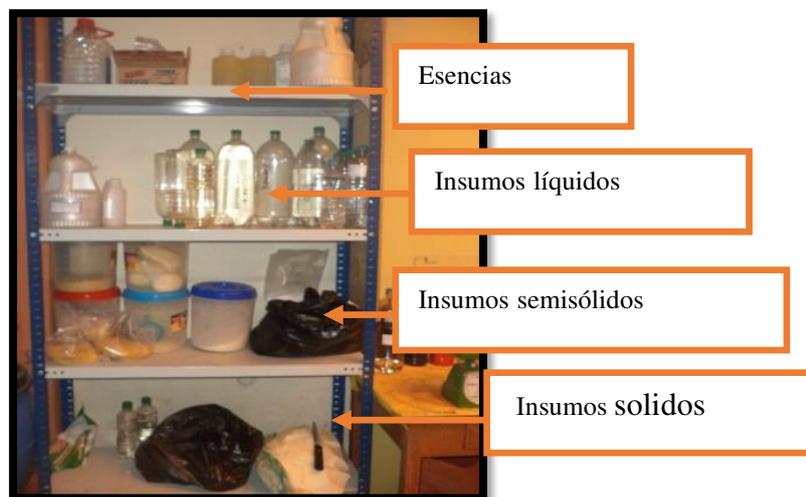


Figura N° 8. Almacén de insumos para la línea caliente de los artículos "BRISSOL" de la empresa Corvel's S.R.L.

Fuente: Elaboración propia

2.2.4.5. Agitación y mezcla de insumos

Al momento que se echa los insumos y estos vayan diluyéndose se va agitando de manera constante y manual por medio de una paleta de madera con movimientos en contracorriente. Agitar hasta observar que los insumos se hayan disuelto totalmente. Para culminar y completar la cantidad de 40 galones se echa los 134,40 litros sobrantes de agua.



Figura N° 9. Sistema de agitación manual para la línea caliente de los artículos "BRISOL" de la empresa Corvel's S.R.L.
Fuente: Elaboración propia

2.2.4.6. Ingreso de los insumos finales al tanque mezclador

Luego de observar que los insumos ya se han diluido se procede a ingresar el formol el cual evita que el producto se pudra y se echa en el caso de la cera la esencia la cual es variada según le requerimiento del cliente las cuales se tienen vainilla francesa, lavanda silvestre y popurrí; y en el caso del desinfectante pino se echa un poco más de aceite de pino. Mientras se echa estos insumos se va agitando.

2.2.4.7. Envasado del producto final

En el caso de la cera se espera aproximadamente unos 5 minutos para que se asiente la espuma y luego de ello se realiza un envasado manual

por medio de una jarra o probeta graduada. Para el pino no se forma espuma y se procede directamente al envasado.

El operador debe de llenar exactamente 1 galón que es 3.785 litros lo cual lo cual hace que esto tarde aproximadamente unos 3 minutos por galón ya que principalmente para llegar a esa medida debe tener una precisión adecuada.



Figura N° 10. Envasado manual de los artículos” BRISSOL” de la empresa Corvel’s S.R.L.

Fuente: Elaboración propia

2.2.4.8. Tapado y etiquetado del producto final

El etiquetado y tapado es de manera manual lo cual se realiza en un tiempo de 120 segundos por galón, pero se debe esperar un tiempo prudente a que baje la espuma.



Figura N° 11. Tapado y etiquetado manual de los artículos "BRISSOL"
Fuente: Elaboración propia

2.2.5. Diagrama de flujo del proceso de producción de artículos de limpieza de la línea fría

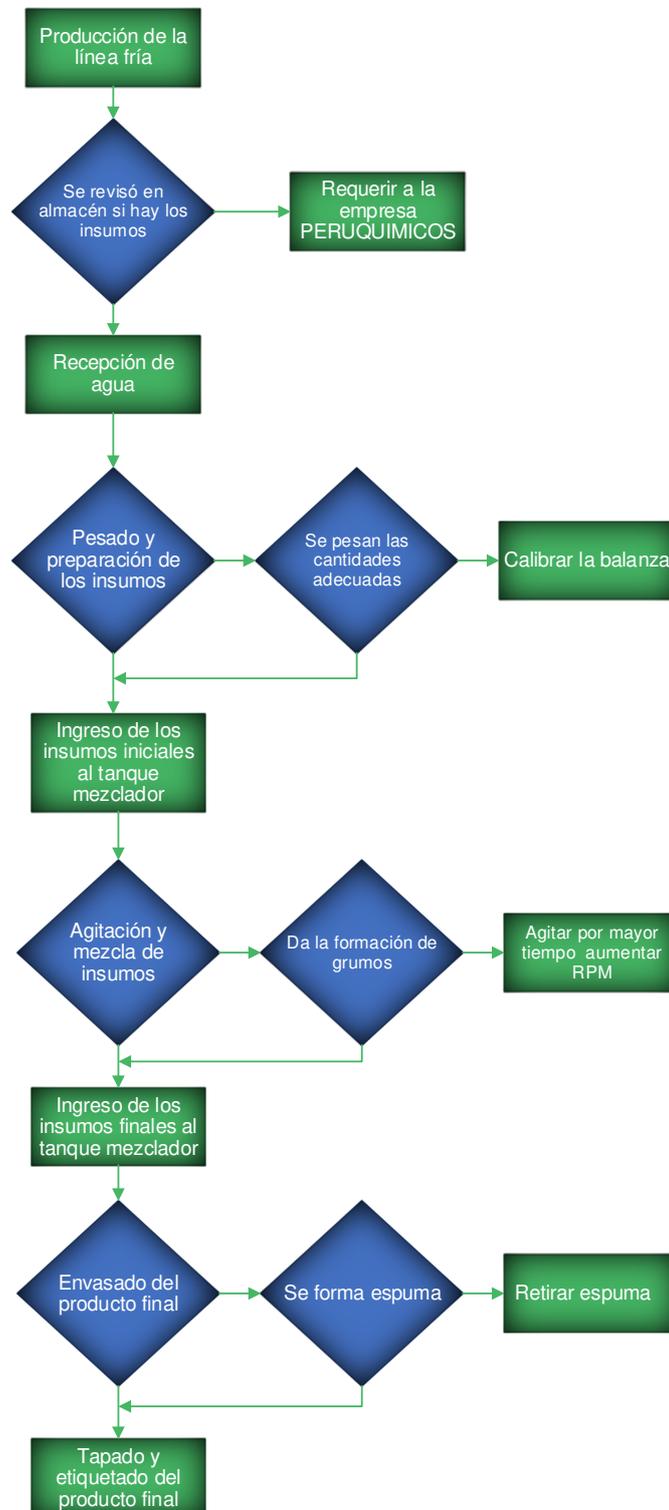


Figura N° 12. Diagrama de flujo de la línea fría de la producción
Fuente: Elaboración propia

2.2.6. Línea de producción fría

Según Jose Velasco (2019) en su tesis “Aplicación de la Metodología de Gestión de Mantenimiento del Marshall Institute en el área de mantenimiento de la empresa Corvel’s”, de la Universidad Continental menciona que en esta línea es donde se preparan la mayoría de productos y en comparación con la línea caliente esta demora en tiempos, menos preparación ya que la mayoría de insumos se encuentra en estado líquido. Pero en esta línea de producción se requiere una mayor agitación ya que muchos de estos productos requieren insumos son aceites y la utilización del emulgador y la agitación son fundamentales para juntar el agua con los aceites. En esta línea se producen los siguientes productos como son: jabón líquido, jabón en gel, ambientador líquido, shampoo para alfombras, limpiavidrios multiusos y cera autobrillante siliconada. Los procesos para realizar los distintos productos son similares a la línea caliente.

2.2.6.1. Recepción de agua

La recepción de aproximadamente unos 17 litros del tanque mezclador nuevamente se llena por medio del sistema de tuberías y manguera controlando el nivel de llenado.



Figura N° 13. Nivel de llenado inicial de agua para la línea fría "BRISSOL" de la empresa Corvel's S.R.L.

Fuente: Elaboración propia

2.2.6.2. Pesado y preparación de los insumos

- Para el jabón líquido: Por medio de una balanza se miden las cantidades para un total de 40 galones de producción (capacidad del tanque). Se pesan los principales insumos como son el espesante, el detergente líquido, la glicerina, el insumo que produce el perlado del jabón, el espumante, el suavizante, el formol para evitar la descomposición del producto y la esencia.
- Para el jabón en gel: Se pesan los principales insumos como son el espesante, el detergente líquido, la glicerina, el insumo que produce el perlado del jabón, el espumante, el suavizante, el formol para evitar la descomposición del producto y la esencia.
- Para el limpiavidrios multiusos: Por medio de una balanza se miden las cantidades para un total de 40 galones de producción (capacidad del tanque). Se pesan los principales insumos como son el alcohol isopropílico, el espumante, el detergente, el formol para evitar la descomposición del producto y el tinte.
- Para el ambientador líquido: Una balanza mide las cantidades para un total de 40 galones de producción (capacidad del tanque). Se pesan los principales insumos como son el fijador de ambientador, el alcohol, la esencia, el espesante, el espumante, el detergente, un desinfectante especial y el formol para evitar la descomposición.
- Para el shampoo de alfombras: Una balanza mide las cantidades para un total de 40 galones de producción. Se pesan los principales insumos como esencia, espesante, espumante, detergente, y formol.
- Para la cera autobrillante siliconada: Por medio de una balanza se miden las cantidades para un total de 40 galones de producción (capacidad del tanque). Se pesan los principales insumos como: insumo para el brillo, el espesante, el rojo colanyl para teñir, el rojo oxido de ocre para la textura, el humectante y el formol.



Figura N° 14. Sistema de pesado manual de los insumos de los artículos "BRISSOL" de la empresa Corvel's S.R.L.

Fuente: Elaboración propia

2.2.6.3. Ingreso de los insumos iniciales al tanque mezclador.

Estos insumos se encuentran en estado líquido lo cual necesitan una mayor agitación para la mezcla de los mismos; se puede echar los insumos a la vez, pero se debe de seguir un orden indicado:

Para el jabón líquido: El espesante, el detergente líquido, la glicerina, el insumo que produce el perlado del jabón, el espumante y el suavizante.

Para el jabón en gel: El espesante, el detergente líquido, la glicerina, el insumo que produce el perlado del jabón, el espumante y el suavizante.

Para el limpiavidrios multiusos: Alcohol isopropílico, el espumante, el detergente.

Para el ambientador líquido: El fijador de ambientador, el alcohol, la esencia, el espesante, el espumante, el detergente, un desinfectante especial.

Para el shampoo para alfombras: La esencia, el espesante, el espumante, el detergente.

Para la cera autobrillante siliconada: Insumo para el brillo, el espesante, el colorante colanyl para teñir, el rojo oxido de ocre para la textura, el humectante.



Figura N° 15. Tanque de mezcla de los insumos de los artículos "BRISSOL" de la empresa Corvel's S.R.L.
Fuente: Elaboración propia

2.2.6.4. **Agitación y mezcla de insumos**

Al momento que se echa los insumos ya sean a la vez o uno por uno, pero siguiendo el orden explicado en el proceso de ingreso de insumos iniciales. La agitación debe de ser mayor que en la de la línea caliente esta se realizara de forma manual por medio de una paleta. Para culminar y completar la cantidad de 40 galones se echa los 134 litros sobrantes de agua potable. Mientras se echa los litros de agua potable restantes otro operador debe de seguir agitando con la paleta hasta culminar el llenado de los 40 galones.



Figura N° 16. Formación de grumos por una mala agitación de los artículos "BRISSOL" de la empresa Corvel's S.R.L.
Fuente: Elaboración propia

2.2.6.5. Ingreso de los insumos finales al tanque mezclador

Luego de observar que los insumos ya se han diluido se procede a ingresar el formol el cual evita que el producto se pudra y además a cada producto se echa:

Para el jabón líquido: Se echa la esencia lavanda o bebe.

Para el jabón en gel: Se echa la esencia lavanda o bebe.

Para el limpiavidrios multiusos: Para darle el color se prepare el tinte azul para poder obtener un color uniforme.

Para el ambientador líquido: Se echa la esencia lavanda o bebe, vainilla francesa, frutas frescas, floral, marine ocean.

Para el shampoo para alfombras: Se echa la esencia.

Para la cera autobrillante siliconada: Para darle el color se prepare el tinte según el requerimiento del cliente para poder obtener un color uniforme.

2.2.6.6. Envasado del producto final

El envasado es manual por medio de jarras o probetas graduadas. El operador debe de llenar exactamente 1 galón que es 3.785 litros lo cual lo cual hace que se tarde aproximadamente unos 3 minutos por galón ya debe tener una precisión adecuada.



Figura N° 17. Envasado de los artículos "BRISSOL" de la empresa Corvel's S.R.L.

Fuente: Elaboración propia

2.2.6.7. Tapado y etiquetado del producto final

El etiquetado y tapado es de manera manual lo cual se realiza en un tiempo de 120 segundos por galón



Figura N° 18. Tapado y etiquetado manual de los artículos "BRISOL"
Fuente: Elaboración propia

2.2.7. Análisis químico de los productos de limpieza

Según Jose Velasco (2019) en su tesis "Aplicación de la Metodología de Gestión de Mantenimiento del Marshall Institute en el área de mantenimiento de la empresa Corvel's", de la Universidad Continental describe que al culminar los productos se realizan algunas pruebas químicas como son el nivel de pH por medio de papeles tornasol el cual debe ser en todos los productos en pH neutro o 7. Además que las propiedades que actualmente se analizan son propiedades organolépticas y de consistencia del producto. La mayoría de insumos iniciales se encuentran entre 6 a 9 de pH los cuales no son riesgosos tanto para los operadores como para los equipos de producción.

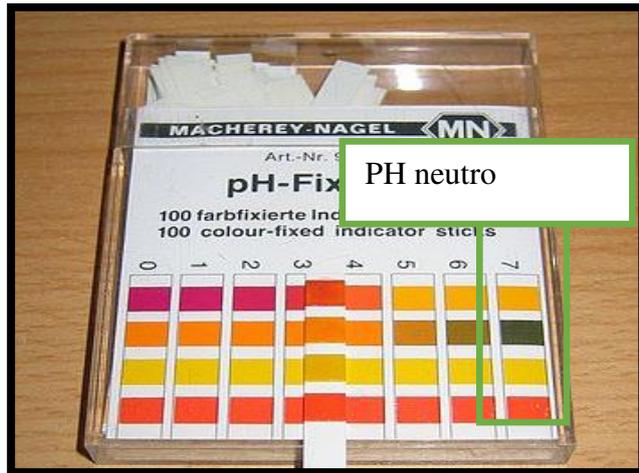


Figura N° 19. Medición de pH de los de los artículos "BRISSOL".
Fuente: Elaboración propia

2.3. Agitación y mezclados en tanques

Según Vladimir Castillo Uribe. (2013) en su trabajo de investigación "Diseño y cálculo de un agitador de fluidos" de la universidad de Bio Bio indica que la agitación se refiere a forzar un fluido por medios mecánicos para que adquiera un movimiento circulatorio en el interior de un recipiente. Los objetivos de la agitación son:

- La mezcla de 2 líquidos miscibles (ej.: alcohol y agua)
- La disolución sólidos en líquido (ej.: azúcar y agua)
- La mejora de la transferencia de calor (en enfriamiento o calentamiento)
- La dispersión de un gas en un líquido (oxígeno en caldo de fermentación)
- La dispersión de finas partículas en líquido
- La dispersión de 2 fases no miscibles (grasa en la leche)

Consiste en un cilíndrico recipiente (abierto o cerrado), y el equipo es acompañado de un agitador mecánico, montado en un eje y es accionado

por un motor eléctrico. Las proporciones varían ampliamente del tanque, esto va depender de la naturaleza del problema de agitación.

El fondo debe ser redondeado del tanque, esto con fin de eliminar los bordes rectos o regiones en las cuales no penetrarían las corrientes del fluido. Ahora, la altura del líquido, es igual aproximadamente al diámetro del tanque. Sobre un eje suspendido desde la parte superior, va montado un agitador. Aquí, el eje estará montado y accionado por el motor, conectado directamente en el mismo, pero será a través generalmente de una caja de engranajes reductores. El agitador luego crea un cierto tipo de flujo dentro del sistema, generando que circule el líquido por todo el recipiente y vuelva de vez en cuando al agitador.

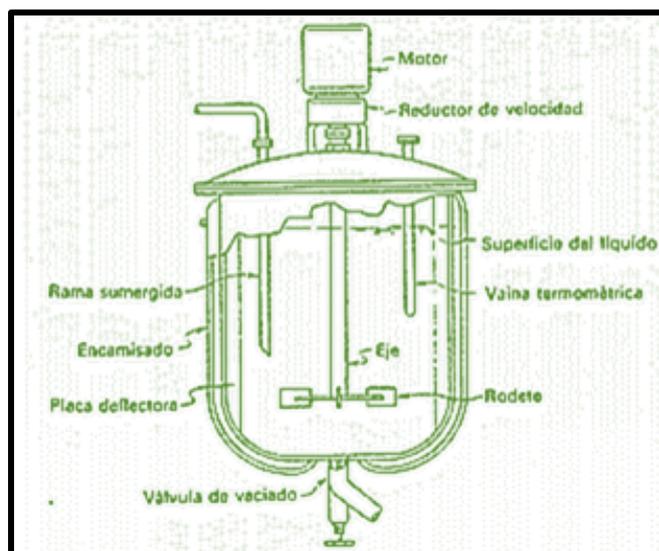


Figura N° 20. Partes de un tanque mezclador
Fuente: McCabe, J. C. Smith (2012) Operaciones básicas de ingeniería química

2.3.1. Agitadores para tanques cerrados y tanques abiertos de montaje fijo

Según Jorge Fernando Aldás Arias y Gabriel Alejandro Vivar Obregón (2014) en su trabajo de investigación "Diseño y construcción de un reactor semicontinuo para la obtención de acetato de sodio" describen los tipos de agitadores son recomendados para su aplicación, y todo depende de los requisitos de su proceso. Los hay de acoplados directo, estos están

diseñados para aplicaciones de baja viscosidad, o volúmenes pequeños, o aplicaciones en que se requiere trituramientos del producto.

También menciona que los agitadores de acoplado de engranaje (caja reductora), son eficientemente usados en productos con más alta viscosidad o aplicaciones con un volumen más elevado. Estos agitadores varían desde 1/4 a 5 HP, y son disponibles con siete diferentes velocidades, y con una variedad de hélices. Estos agitadores son disponibles ya sea con motor eléctrico, o motores de aire, así como también pueden ser equipados con variador de velocidades. Y los beneficios son:

- Fabricados para una operación continua; Agitadores en este tipo son equipados con cobertura ANSI, con selladores mecánicos o de empaquetaduras, para uso con tanques cerrados. También disponibles con una base cuadrada para luego estar montados en tanques abiertos donde los selladores no son necesarios, esta montadura también debe haber en ángulo para dar mayor eficiencia en la aplicación.
- Engranajes helicoidales, con un factor de servicio alto, y lubricación de por vida.

2.3.1.1. Tipos de agitadores

Según el libro de McCabe, J. C. Smith (2012) Operaciones básicas de ingeniería química. describe que los agitadores en dos clases se dividen: los que generan paralelas corrientes al eje del agitador y los que dan origen a corrientes en dirección radial o tangencial. Los primeros se llaman agitadores de flujo axial y los segundos agitadores de flujo radial. Los 3 tipos de agitadores principales son, de hélice, de paletas, y de turbina. En algunos casos también son útiles agitadores especiales, pero con los 3 tipos antes citados se resuelven aproximadamente el 95% de los problemas de agitación en los líquidos.

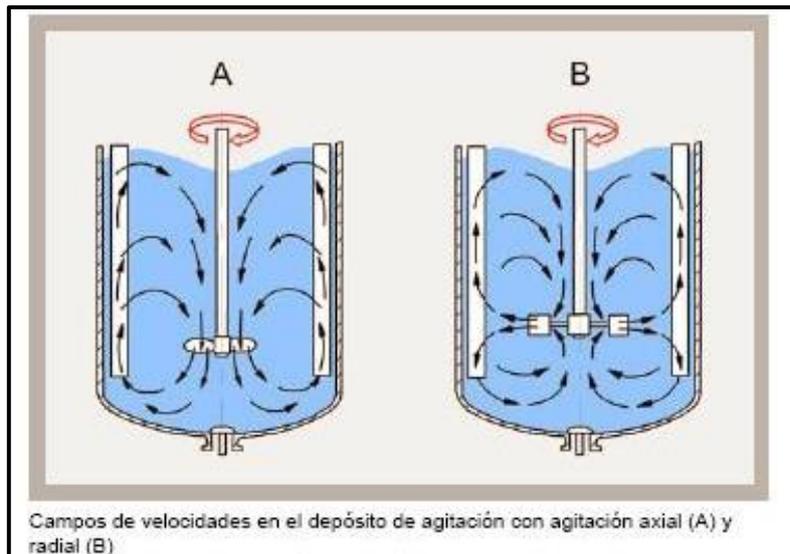


Figura N° 21. Clasificación de los agitadores

Fuente: Extraído de McCabe, J. C. Smith (2012) Operaciones básicas de ingeniería química

Agitadores De Hélice: Un agitador de hélice, es un agitador de tipo de flujo axial, que opera con elevada velocidad y se emplea para pocos viscosos líquidos. Los agitadores más pequeños de hélice, giran a toda la velocidad del motor, unas 1.150 o 1.750 rpm; los mayores giran de 400 a 800 rpm. Las corrientes de flujo, que parten del agitador, se mueven a través del líquido en 1 dirección determinada hasta que son desviadas por el fondo o las paredes del tanque. La columna de remolinos de un líquido de elevada turbulencia, que parte del agitador, arrastra en su movimiento al líquido estancado, generando un único efecto considerablemente mayor que el que se obtendría mediante una columna equivalente creada por la boquilla estacionaria.

Las palas de la hélice friccionan o cortan drásticamente el líquido. Debido a la insistencia de las corrientes de flujo, los agitadores de hélice son eficaces para tanques de mayor tamaño. Para tanques extraordinariamente grandes, del orden de 1500m³ se han instalado agitadores múltiples, con laterales entradas al tanque. El diámetro de los agitadores de hélice, raramente es mayor de 45 cm, independientemente del tamaño del tanque. En tanques de mucha altura, pueden disponerse

dos o más hélices sobre el eje mismo, moviendo el líquido generalmente en una misma dirección. A veces dos agitadores operan en sentido opuesto creando una zona de turbulencia elevada en el espacio comprendido entre ellos.

Agitadores De Paletas: Para sencillos problemas, un agitador eficaz está formado por una plana paleta, que gira sobre un eje vertical. Son corrientes los agitadores formados por dos y 3 paletas. Las paletas giran a velocidades moderadas o bajas en el centro del tanque, impulsando al líquido tangencialmente y radial, sin que exista movimiento vertical respecto del agitador, a menos que las paletas estén inclinadas. Las corrientes de líquido que se originan se dirigen hacia la pared del tanque y después siguen hacia abajo o arriba. Las paletas también pueden adaptarse a la forma del fondo del tanque, de tal manera que en su movimiento se perfilan en la superficie o pasan sobre ella con una holgura muy pequeña. Un agitador de este tipo se conoce como agitador de ancla. Estos agitadores son útiles cuando se desea evitar el depósito de sólidos sobre una superficie de transmisión de calor, como ocurre en un tanque enchaquetado, pero no son buenos mezcladores. Generalmente trabajan conjuntamente con un agitador de paletas de otro tipo, que se mueve con velocidad elevada y que gira normalmente en sentido opuesto. Los agitadores industriales de paletas giran a una velocidad comprendida entre 20 y 150 rpm. La longitud del rodete de un agitador de paletas es del orden de 50 al 80% del diámetro interior del tanque. La anchura de la paleta es de un sexto a un décimo de su longitud.

A velocidades muy bajas, un agitador de paletas produce una agitación suave, en un tanque sin placas deflectoras o cortacorrientes, las cuales son necesarias para velocidades elevadas. De lo contrario el líquido se mueve como un remolino que gira alrededor del tanque, con velocidad elevada, pero con poco efecto de mezcla.

Agitadores De Turbina: La mayor parte de ellos se asemejan a agitadores de múltiples y cortas paletas, que giran con velocidades elevadas sobre un eje que va montado centralmente dentro del tanque. Las paletas pueden ser rectas o curvas, inclinadas o verticales. El rodete puede ser abierto, semicerrado o cerrado. El diámetro del rodete es menor que en el caso de agitadores de paletas, siendo del orden del 30 al 50% del diámetro del tanque.

Los agitadores de turbina son eficaces para un amplio intervalo de viscosidades; en líquidos poco viscosos, producen corrientes intensas, que se extienden por todo el tanque y destruyen las masas de líquido estancado. En las proximidades del rodete existe una zona de corrientes rápidas, de alta turbulencia e intensos esfuerzos cortantes. Las corrientes principales son radiales y tangenciales.

Los componentes tangenciales dan origen a vórtices y torbellinos, que se deben evitar por medio de un anillo difusor o placas deflectoras, con el fin de que la turbina sea más eficaz. El agitador de turbina semiabierto, conocido como agitador de disco con aletas, se emplea para dispersar o disolver un gas en un líquido. El gas entra por la parte inferior del eje del rodete; las aletas lanzan las burbujas grandes y las rompen en muchas pequeñas, con lo cual se aumenta grandemente el área interfacial entre el gas y el líquido.



móviles de agitación: tipo hélice (1,3,8), tipo planos (2,5,8), tipo hélice inclinado (4,7)

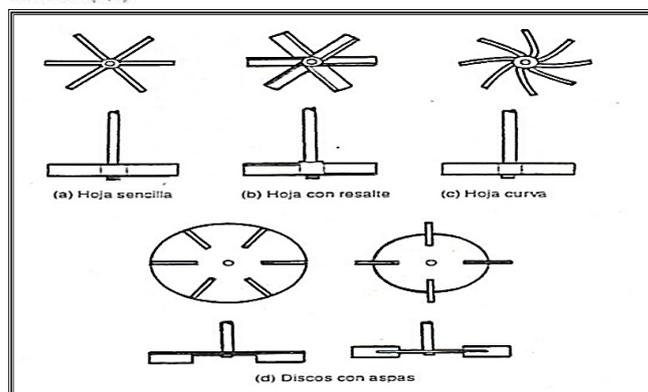


Figura N° 22. Lado superior tipo de agitadores; Lado inferior tipo de agitadores tipo turbina

Fuente: Extraído de McCabe, J. C. Smith (2012) Operaciones básicas de ingeniería química

2.3.1.2. Tipos de Flujo en Tanques Agitadores

El tipo de flujo que se produce en un tanque agitado, depende del tipo de rodete, de las características del fluido y del tamaño y proporciones del tanque, placas deflectoras y agitador. La velocidad del fluido en un punto del tanque tiene tres componentes y el tipo de flujo global en el mismo, depende de las variaciones de estas tres componentes de la velocidad, de un punto a otro. Es así que, la primera componente de velocidad es radial y actúa en dirección perpendicular al eje del rodete. La segunda es longitudinal y actúa en dirección paralela al eje. La tercera es tangencial o rotacional, y actúa en dirección tangencial a la trayectoria circular descrita por el rodete.

Para el caso corriente de un eje vertical, las componentes radial y tangencial están en un plano horizontal y la componente longitudinal es vertical. Las componentes radial y longitudinal son útiles porque dan lugar al flujo necesario para que se produzca la mezcla. Cuando el eje es vertical y está dispuesto en el centro del tanque, la componente tangencial de velocidad es generalmente perjudicial para la mezcla. El flujo tangencial sigue una trayectoria circular alrededor del eje y crea un vórtice en la superficie del líquido que, debido a la circulación en flujo laminar, da lugar a una estratificación permanente en diferentes niveles, de sustancias sin mezclar, sin que exista flujo longitudinal de un nivel a otro. Si están presentes partículas sólidas, las corrientes circulatorias tienden a lanzar las partículas contra la pared del tanque, debido a la fuerza centrífuga, desde donde caen acumulándose en la parte central del fondo del tanque. Por consiguiente, en vez de mezcla, se produce la acción contraria.

En un tanque sin placas deflectoras, el flujo circulatorio es inducido por todos los tipos de rodete, tanto si el flujo es axial como radial. Si los remolinos son intensos, el tipo de flujo dentro del tanque es esencialmente el mismo, independientemente del diseño del rodete. Para velocidades de giro del rodete elevadas, la profundidad del vórtice puede ser tan grande que llegue al rodete mismo, dando lugar a que en el líquido se introduzca el gas que está encima de él, lo cual normalmente debe evitarse.

2.3.1.3. Formas de evitar remolinos:

Según el libro de McCabe, J. C. Smith (2012) Operaciones básicas de ingeniería química describe que:

Colocando el agitador fuera del eje central del tanque. En tanques pequeños se debe colocar el rodete separado del centro del tanque, de tal manera que el eje del agitador no coincida con el eje central del tanque.

En tanques mayores el agitador puede montarse en forma lateral, con el eje en un plano horizontal, pero no en la dirección del radio.

Instalando placas deflectoras. Estas son placas verticales perpendiculares a la pared del tanque. En tanques pequeños son suficientes 4 placas deflectoras, para evitar remolinos y formación de vórtice. El ancho de las placas no debe ser mayor que un doceavo del diámetro del tanque. Cuando se usan agitadores de hélice, el ancho de la placa puede ser de un octavo del diámetro del tanque. Si el eje del agitador está desplazado del centro o inclinado, no se necesitan placas deflectoras.

Cuando no se presentan remolinos, el tipo de flujo específico depende del tipo de rodete: Los agitadores de hélice impulsan el líquido hacia el fondo del tanque, desde donde la corriente se extiende subiendo por las paredes y retornando hacia la hélice. Se emplean cuando se desean intensas corrientes verticales, por ejemplo, para mantener en suspensión partículas sólidas pesadas. No se emplean cuando la viscosidad del líquido es superior a los 5.000 centipoises.

Los agitadores de paletas producen un flujo radial intenso en el plano próximo a las palas, pero prácticamente no dan lugar a corrientes verticales. Estos agitadores no son eficaces para mantener sólidos en suspensión.

Los agitadores de turbina impulsan al líquido radialmente contra las paredes laterales del tanque, desde donde la corriente se divide, una parte fluye hacia arriba y otra parte hacia el fondo, retornando ambas al rodete. Por lo que producen dos corrientes de circulación separadas. Dan excelentes resultados en la mezcla de líquidos que tienen aproximadamente la misma densidad relativa.

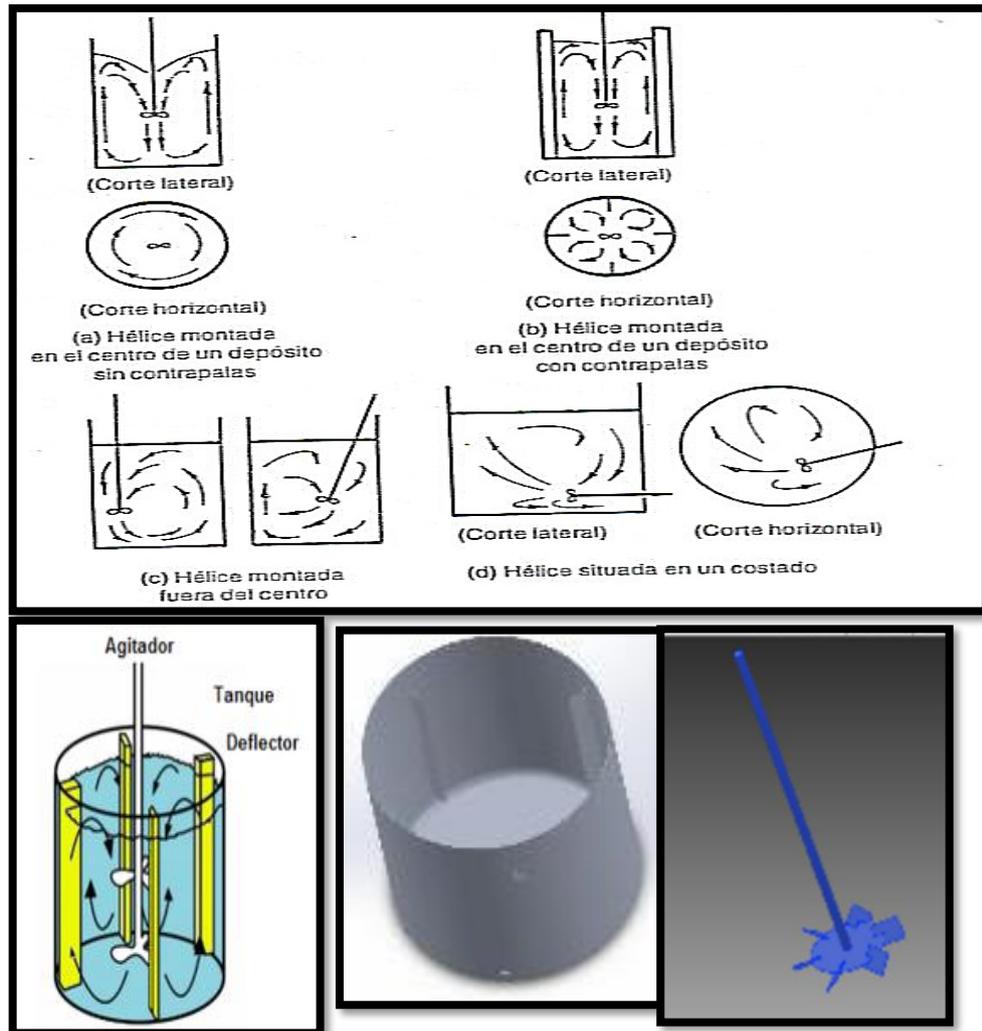


Figura N° 23. Lado superior formas de flujo en los sistemas agitados mediante hélices; Lado inferior ubicación de los deflectores y agitador turbina en el tanque
 Fuente: Extraído de: McCabe, J. C. Smith (2012) Operaciones básicas de ingeniería química

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3. Metodología y alcance de la investigación

3.1. Método, y alcance de la investigación

Se procederá a explicar un procedimiento cuantitativo el cual se interpretará los resultados de las formulas y cálculos la que se obtendrá según la norma internacional basándose sólo en el criterio de sí o no para poder analizarlo es una metodología que se da estos actos ya que muchas veces se basan en percepciones y no en datos estadísticos.

3.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación es de manera no experimental, debido que solo se basará en los datos de cálculos y análisis estadístico.

3.2.1. Nivel y tipo de investigación

Con relación a nivel de investigación este será de manera descriptiva a los diferentes casos descritos en la investigación.

El tipo de investigación se realizará de la siguiente manera:

Por recopilación de datos la cual se dará de manera observacional porque sin manipular estas por el número de mediciones será de manera en conjunta ya que todos los datos se recolectan en las exigencias y restricciones del cliente debido a que la investigación es diseñada antes de que tanto los datos de las variables de estudio fueran recolectados.

Se tiene que considerar también un enfoque cuantitativo además ellos se consideran mucho lo que es el paradigma positivista ya que esto se basa mucho en todos aquellos hechos en lo que sea la comprobación correcta del estudio implementada en esta investigación mediante una experimentación sencilla concreta y adecuada.

3.2.2. Metodología a utilizar en el estudio

Las metodologías de diseño traen a flote aspectos muy relevantes, ayudan al diseñador a concebir el producto de forma integral antes de su materialización y también le permite trabajar de una manera estructurada aplicada a problemas de diseño.

En las últimas décadas se han desarrollado diversas metodologías, métodos o metódicas de diseño para que cuando se pretenda desarrollar un proyecto de diseño, el diseñador o grupo de diseñadores puedan identificar, analizar y seguir un proceso que los "atterrice", y les ayude a lograr la mejor solución. En el proceso de búsqueda de metodologías, se encontraron gran cantidad de ellas enfocadas al desarrollo y/o creación de productos como: Otto y Wood, Brainstorming, Brainwriting - (Método 635), Hans Gugelot, Hubka y

Eder, Karl T. Ulrich, Koller, Niegel Cross, Pahl y Beitz, QFD, Rodenacker, Roth, U.T.F.S.M., VDI 2221 y VDI 2222.

Algunas de las razones para utilizar o implementar una metodología de diseño son:

- Permitir que el diseñador se mantenga enfocado a la solución del problema evitando que se dirija equivocadamente en conceptos externos que no se deban incluir en el proceso creativo.
- Facilitar la aplicación de multidisciplinarios conocimientos en el diseño en desarrollo.
- Lograr exactamente soluciones pensadas, no simplemente resultado de una mera casualidad.
- Las metodologías se clasifican en prescriptivas y descriptivas.
- Las descriptivas se identifican por ser heurísticas, es decir, se basan en el temprano concepto de una solución sin análisis de fondo, por lo que carecen de garantías de éxito. Estas metodologías presentan un grado alto de retroalimentación entre los niveles de evaluación y generación.
- Las prescriptivas se identifican por ser más sistemáticas, con mayor énfasis en el análisis previo a la conceptual generación de la solución. Se asegura que la necesidad o problemática se comprenda totalmente, es decir, que se identifique cuál es el problema real, antes de emprender el proceso de desarrollo. Este tipo de metodologías se orientan a las especificaciones de rendimiento.

3.3. Población y muestra

Las variables de cálculo como para el análisis técnico económico de observación estuvieron constituidas por las alternativas más comerciales que se encuentran en el mercado el cual fueron 2 alternativas con una

cantidad de 4 aspectos principales a considerar, agitación, envasado, calentamiento, control y dimensiones de tanque.

El muestreo utilizado fue de tipo no probabilístico e intencionado.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

Se utilizó la técnica de observación monumental de campo directa, utilizando fichas de observación e instrumentos de medición de la producción artesanal de producción. La fuente de información se obtuvo de datos primarios provenientes de la evaluación de las alternativas de solución como el análisis técnico económico de los equipos en mención.

3.4.2. Instrumentos

Los instrumentos utilizados son fichas de observación, elaboradas, estructuradas y aplicadas en las cuales se colocaron las exigencias de diseño, además de ello se utilizó instrumentos de medición como son termómetros, wincha, vernier y escalímetro. Dichos instrumentos tanto de medición como de análisis fueron validados por juicio de expertos y se ajustan a los requerimientos de las unidades involucradas.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. Resultados de análisis técnico y cálculos de diseño

4.1. Investigación de las necesidades del usuario del tanque reactor

Es importante considerar los siguientes parámetros y requerimientos para el diseño del tanque automatizado para la elaboración de artículos de limpieza:

- Sistema de operación de clase lote.
- Capacidad de mezclado del tanque de 400 litros requerida en la industria de pequeño o medio tamaño.
- Tanque de mezclado de material el cual no sea corroa ni oxide además sea factible para el ingreso de los insumos como para su limpieza.
- Sistema de agitación de un solo eje con impulsor rotatorio de agitación.
- Un solo impulsor instalado sobre el eje único de agitación.

- Material de bastidor de tanque y motor: No corrosivo ni que se oxide.
- Ergonomía en la estructura para montar el motor y tanque.
- Diseño de fácil construcción y montaje de elementos.
- Sistema de calefacción adecuado.
- Diseño de fácil mantenimiento y usar elementos normalizados.

4.1.1. Lista de exigencias de tanque reactor

En una lista de exigencias se dará a conocer los deseos y exigencias sobre los requerimientos que ha de tener el proyecto para una mejor funcionalidad, desempeño, productividad y ergonomía para el operador.

Tabla N° 2. Lista de exigencias del proyecto a realizar

Área de diseño		
Propone	Deseo=D Exigencia=E	Descripción
Función principal		
C + I	E	Tanque mezclador para la homogeneidad de los productos de limpieza
C + I	E	Usar tecnología adecuada
C + I	E	Operación mezclado clase lote
C + I	E	Facilidad en la evacuación de la mezcla hacia la parte posterior del tanque mezclador
Geometría		
C + I	D	Capacidad del tanque de mezclado de 400 litros
I	D	Altura máxima del tanque= 0.9 m.
I	D	Diámetro máximo del tanque = 0.9 m.
I	D	Altura máxima del equipo = 1.60 m.
I	D	Ancho máximo del equipo=1.3 m.
I	D	Largo máximo del equipo = 1.3 m.

Área de diseño		
Propone	Deseo=D Exigencia=E	Descripción
I	D	Un único eje de agitación
I	D	Un único impulsor
I	D	Agitador de entrada superior
I	D	Tres resistencias eléctricas
Fuerzas		
C + I	E	Mecanismo que soporte fuerzas horizontales verticales y axiales
I	D	Peso de la maquina: 300 kg
C	E	Rigidez y estabilidad de la maquina
Energía		
C+ I	E	Motor eléctrico
C+ I	E	Resistencias eléctricas adecuadas
C+ I	E	Electroválvulas adecuadas
C+ I	E	Sistema de automatización adecuado
C+ I	D	Eficiencia mayor al 85%
Señales y control		
C+ I	E	Señalización del área de trabajo mientras se encuentra en funcionamiento
C+ I	E	Circuito eléctrico (fuerza y mando)
I	D	Sistema de automatización por PLC
Materiales		
C+ I	E	Estructura en la que se instala el motor es de acero ASTM A36 con recubrimientos anticorrosivos
C+ I	E	Recipiente de agitación de acero inoxidable
C+ I	E	Agitador de acero inoxidable
Fabricación y montaje		

Área de diseño		
Propone	Deseo=D Exigencia=E	Descripción
C+ I	E	Tamaño estandarizado de componentes mecánicos
C+ I	E	Piezas mecánicas adecuadas al diseño propuesto
		Estructura con componentes desarmables y empernados
C+ I	D	Desarrollo de un prototipo de montaje manual
Vida y mantenimiento		
C	D	Vida útil de 10 años
C	E	Mantenimiento correctivo adecuado
C	D	Fácil de inspeccionar, limpiar y lubricar
Transporte		
C	D	Fácil de transportar para su limpieza y mantenimiento
		Uso
C	E	Línea caliente y fría en la producción de artículos de limpieza
Costo total		
C	D	Entre S/.4500 y S/. 8000
Seguridad		
C + I	E	Altura de tanque no muy elevado para poder ingresar los insumos necesarios
C	E	Sistema eléctrico de seguridad
C	E	Seguridad para el operador
Ergonomía		
C + I	E	Buen aspecto

Área de diseño		
Propone	Deseo=D Exigencia=E	Descripción
C + I	E	Diseño ergonómico y de fácil operación para el operador
C + I	E	Piezas mecánicas adecuadas al diseño propuesto
C + I	E	Componentes empernados o roscados al equipo para un fácil mantenimiento
C + I	E	Sistema de llenado calentamiento y agitación de fácil manipulación para el operador

Fuente: Elaboración propia

C=Cliente

D=Deseo

I=Ingeniería

E=Exigencia

4.1.2. Matriz morfológica de tanque reactor

La matriz morfológica contiene en su composición cuadros comparativos de las opciones de diseño para cada una de las partes principales del producto final. A continuación, se analizan las ventajas y desventajas de las opciones para seleccionar la mejor de estas

4.1.2.1. Definición y Utilidad

Es descomponer un concepto, situación, idea, problema en sus elementos esenciales o básicos. Posteriormente, con sus características o atributos se construye una matriz que nos permitirá multiplicar las relaciones entre tales partes.

Su utilidad se debe a que es una de las técnicas más valiosas para generar una gran cantidad de ideas en un período de tiempo corto.

4.1.2.2. Aplicación

- Primero se debe especificar el problema y el objetivo/meta a alcanzar.
- Luego seleccionar los parámetros del problema. En este punto se debe determinar si un parámetro es lo suficientemente importante para añadirlo, para esto, es necesario preguntarse: "¿Seguiría existiendo el problema sin el parámetro que estoy pensando para la matriz?"
- Lo que sigue es hacer una lista de las variaciones. Debajo de cada parámetro hay que relacionar tantas variaciones como se deseen para ese parámetro. Es evidente que el número de parámetros y variaciones determinará la complejidad de la matriz.
- Por último, se tiene que probar combinaciones diferentes para la matriz. Cuando esté terminada, hay que hacer recorridos. Se pueden examinar todas las combinaciones de la matriz para ver la manera en que afectan al problema. Es por esto que podemos delimitar el número de parámetros y variaciones para que sea fácil y cómoda su gestión. Para la definición de parámetros y variaciones es recomendable iniciar la combinación de manera aleatoria para ver su resultado e ir poco a poco reduciendo el número de variaciones y parámetros y comprobando su idoneidad.

4.1.3. Análisis del proyecto

Según Guillermo García P (2010) en su trabajo de investigación de "Un proceso general de diseño en Ingeniería Mecánica" expresa que el análisis de un diseño mecánico representa la interrelación entre las variables de entrada, las variables de salida y los parámetros del proyecto. El análisis se desarrolla mediante modelos

matemáticos.

- El análisis del proyecto permite:
- Conocer más de cerca los mecanismos del sistema.
- Identificar los parámetros críticos del diseño.
- Conocer que restricciones se deben disminuir o aumentar,
- Conocer de manera más cuantitativa el comportamiento general esperado del sistema.

Según Guillermo García P (2010) en su trabajo de investigación de “Un proceso general de diseño en Ingeniería Mecánica” indica que el diseño en ingeniería mecánica se dedica en gran medida al cálculo de transmisiones y elementos mecánicos. Aun cuando esta parte es de vital importancia, no deja de ser un paso dentro del proceso total de diseño. La integración del proceso mediante un método general permite al estudiante tener una visión más exacta del diseño, integrar los conocimientos adquiridos y aplicar un método. Al diseñador le ofrece la oportunidad de salirse de la forma empírica, muchas veces utilizada, al emprender un problema de diseño, y seguir un procedimiento más confiable.

La resolución de problemas de diseño en ingeniería es todo un proceso; proceso que comienza con el análisis de las necesidades, en donde se obtienen unas especificaciones preliminares y en donde el mayor trabajo consiste en formular preguntas. A medida que el proceso avanza mediante la definición, análisis, síntesis, etc., las especificaciones del problema se dan cada vez más detalladas hasta obtener las especificaciones finales. En este momento se tiene toda la información para iniciar la construcción de prototipos y programación de pruebas.

Este proceso posee un carácter iterativo, ya que muchas veces durante el mismo se identifican nuevos datos o se adquieren nuevas perspectivas que exigen repetir algunos de los pasos anteriores. En ciertos casos la definición de un problema no requiere de todos los pasos del proceso mostrado.

Todas las fases del proceso, a excepción de la fase creativa, necesitan de mucha información. Por ejemplo, para identificar el problema es necesario juntar la información, procesarla y comunicarla; sin embargo, no en todos los casos llega a ser explícita dicha información, sino que se puede utilizar en breves razonamientos.

El comienzo de cualquier diseño lleva implícita la suposición de la factibilidad económica en la elaboración de una solución al problema planteado.

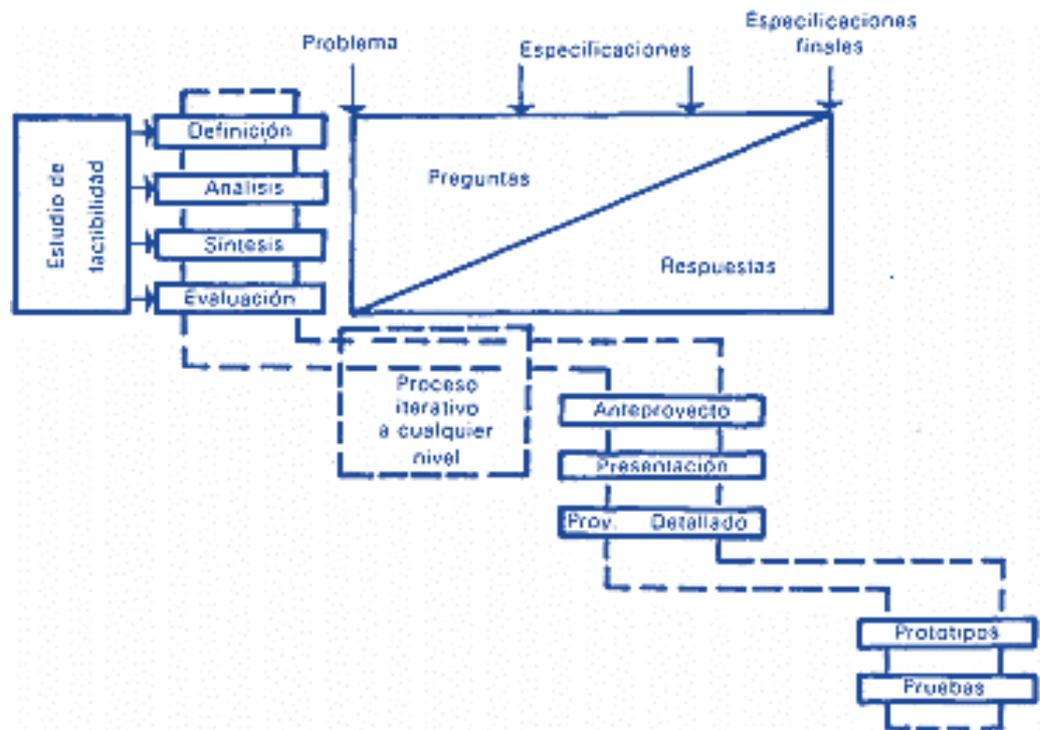


Figura N° 24. Fases del proceso de diseño en ingeniería mecánica.
Fuente: Extraído del artículo proceso general de diseño en Ingeniería Mecánica de GUILLERMO GARCIA P

En general, el diseñador no recibe un problema sino la situación del mismo, y es bajo estas circunstancias que tendrá que desarrollar definiciones claras de los problemas totales. Salvo en las situaciones simples, no se podrán plantear los problemas hasta no encontrar las dificultades y las metas de la situación que hay que resolver

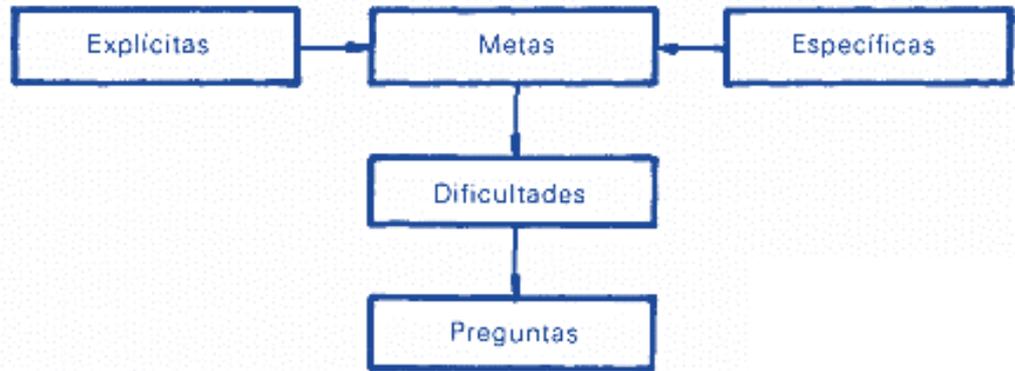


Figura N° 25. Elementos básicos el planeamiento de un problema.
 Fuente: Extraído del artículo proceso general de diseño en Ingeniería Mecánica de GUILLERMO GARCIA P.

Una vez determinada la definición del problema, se pueden percibir las dificultades reales y se puede iniciar la formulación de preguntas apropiadas:

- ¿Cuándo?
- ¿Quién?
- ¿Qué?

Al comienzo de las preguntas sirven para aislar los factores importantes. Posteriormente las preguntas servirán para clarificar las relaciones causales y correlativas.

Preguntas

- ¿Cómo?
- ¿Por qué?
- etc.

Las preguntas solicitan datos adicionales que requieren ser buscados, y exigen un especial cuidado en la organización de datos para lograr sacar de éstos el máximo significado. Las interrogantes ahora pueden combinarse y reunirse para formar una enunciación del problema. Dicha enunciación expone los elementos involucrados para alcanzar una solución posible..



Figura N° 26. Elementos utilizados para alcanzar una solución a un problema dado

Fuente: Extraído del artículo proceso general de diseño en Ingeniería Mecánica de GUILLERMO GARCIA P.

La preparación de la anterior explicación solo podrá lograrse una vez se haya comprendido completamente la situación del problema.

El proyecto procede de lo abstracto a lo concreto.

Este comienza con un pensamiento, el cual posteriormente puede expresarse en palabras, formas geométricas, ilustraciones gráficas o símbolos matemáticos que en alguna forma se ajustan a las circunstancias del problema. La descripción simbólica capacita al diseñador para utilizar datos relativos al concepto con el propósito de anticipar analíticamente el comportamiento del prototipo.

Cuando el procedimiento es abierto, la solución se enuncia como una hipótesis o un modelo mental que se puede probar: 1- relacionándola con la experiencia; 2- relacionándola con la información conseguida; 3- mediante manipulaciones analíticas o lógicas; 4- mediante la experimentación Por último entre las soluciones válidas se selecciona la mejor.

4.1.4. Desarrollo del proceso general de diseño de factibilidad de estudio

Según Guillermo García P (2010) en su trabajo de investigación de “Un proceso general de diseño en Ingeniería Mecánica” expresa que el propósito del estudio sobre la factibilidad es obtener un conjunto de soluciones útiles para el problema del proyecto. Dicho estudio comienza con el análisis de las necesidades' la meta de este análisis es determinar las necesidades reales que el sistema debe satisfacer.

Esta parte del estudio proporciona las bases para definir los objetivos totales de la planeación del proyecto. En el siguiente paso se realiza el análisis de la actividad. el cual consiste en un estudio de las condiciones que limitan al sistema. La meta de este estudio está en determinar los límites y las condiciones limitativas que se aplicarán al sistema y con los cuales deberá coincidir dicho sistema antes de poderlo considerar como una solución posible. El análisis de la actividad está basado en el análisis de las entradas y salidas exigidas a un sistema cuya forma es desconocida.



Figura N° 27. . Elementos necesarios para alcanzar una solución a un problema dado.
 Fuente: Extraído del artículo proceso general de diseño en Ingeniería Mecánica de GUILLERMO GARCIA P

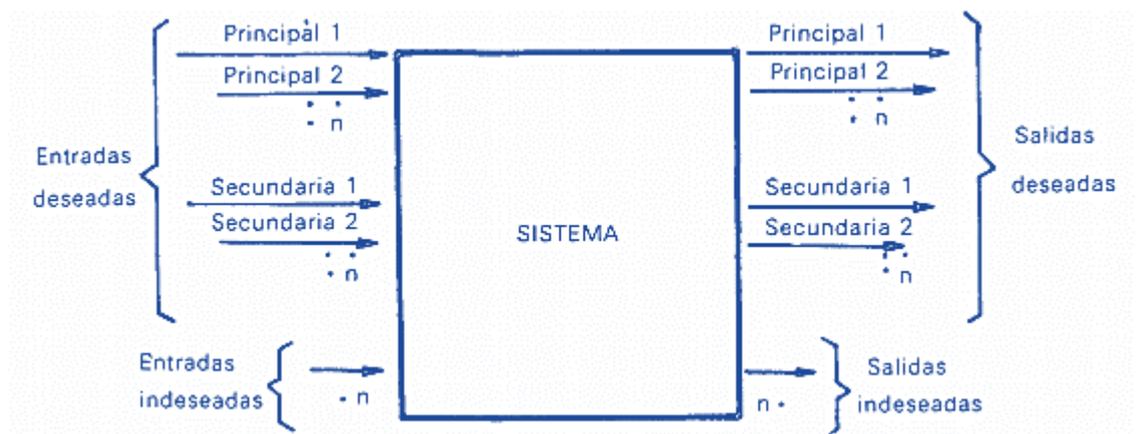


Figura N° 28. Transformación de un recurso o un medio a un fin u objetivo
 Fuente: Extraído del artículo proceso general de diseño en Ingeniería Mecánica de GUILLERMO GARCIA P

4.1.5. Definición de problema

Según Guillermo García P (2010) en su trabajo de investigación de “Un proceso general de diseño en Ingeniería Mecánica” expresa que el problema de diseño se debe definir en forma amplia y precisa. sin considerar detalles y sin preocuparse por soluciones. Es probable que mientras se está definiendo el problema se esté pensando en algunas soluciones. las cuales pueden ser archivadas momentáneamente. Sin embargo. el fin propio de esta parte del proceso es el de definir el problema.

Lo anterior puede ocurrir a cualquier nivel del proceso. En general. la definición del problema debe incluir mayor parte del problema total; pues a mayores subdivisiones del problema menor probabilidad de que la solución total resulte óptima. Todo problema puede definirse con diversos grados de amplitud. el ingeniero definirá el problema tan ampliamente como las circunstancias lo permitan. Un problema puede definirse en forma verbal. gráfica o simbólica. En esta etapa se hace un esfuerzo por entender el problema. enunciar las metas que se propone alcanzar el diseñador y verificar la validez de la existencia económica de la necesidad.

4.1.6. Análisis de problema

Según Guillermo García P (2010) en su trabajo de investigación de “Un proceso general de diseño en Ingeniería Mecánica” expresa que una vez definido el problema se siguen determinando especificaciones. las cuales pueden comprender parámetros. restricciones y criterios. Esta parte del proceso está caracterizada por la gran cantidad de preguntas que hay que formular. Con esta forma de trabajo se pretende entender las necesidades funcionales y establecer el valor relativo de las funciones.

Para cumplir este objetivo el diseñador determina: el insumo (condiciones existentes antes de la transformación deseada). el producto (condiciones existentes después de la transformación deseada). las variables de entrada (una característica de los datos de entrada. que puede variar). las variables de salida (cualquier característica de los resultados. que puede variar). las variables de solución (una característica alterable de la solución; por ejemplo. tamaño. material. etc.). las restricciones (un límite de la magnitud que puede tener una variable. Las restricciones pueden ser: reales. sobre las que el diseñador no tiene ningún control; ficticias. eliminación injustificada y perjudicial de una o varias posibilidades perfectamente legítimas; sub-óptimas. las cuales no pueden satisfacerse. o que se satisfarán a un precio muy alto). volumen (número de unidades que se fabricarán). uso (número de veces que se va a utilizar la solución. Por ejemplo: si la calidad es importante. el diseñador deberá considerar un mayor número de materiales y características del que en otras ocasiones hubiera deseado).

El análisis del problema implica la recopilación y procesado de gran cantidad de información. Al finalizar esta fase. el problema debe quedar claramente definido en términos técnicos. Los pasos que hay que seguir en el análisis se pueden resumir mediante la determinación de los elementos que intervienen en la transformación de un medio o recurso a un fin u objetivo. éstos son:

- Entradas deseadas (insumo)
- Entradas indeseadas o Salidas deseadas (producto)
- Salidas indeseadas
- Restricciones a las entradas (por ejemplo: límites. especificaciones. etc.).
- Restricciones al sistema (por ejemplo: volumen. peso. velocidad. etc.).

- Restricciones a las salidas (por ejemplo: dimensiones, tolerancias, etc.).
- Medidas de valor para cuantificar el análisis.
- Criterios para medir la validez del sistema.

Lo anterior se puede realizar partiendo de las relaciones apropiadas entre las variables, o sea, las entradas, las salidas y los parámetros del proyecto.

4.1.7. Síntesis del problema

Según Guillermo García P (2010) en su trabajo de investigación de “Un proceso general de diseño en Ingeniería Mecánica” expresa que el paso de la síntesis se inicia formalmente después que el problema ha sido bien comprendido. El objetivo es idear diversas soluciones posibles.

Una solución es una síntesis de los elementos componentes, los cuales en su mayor parte están almacenados en nuestra memoria y pueden estar compuestos por ideas u objetos físicos.

Para lograr el objetivo propuesto el diseñador tiene que preguntarse repetidamente en qué otra forma se puede realizar la tarea. En esta etapa de generación de ideas se requiere inventiva y esfuerzo creador. el diseñador trabaja con una gran variedad de relaciones asociadas con el problema. su actitud le permite mezclar su almacenamiento de conocimientos libremente descubriendo combinaciones de principios, materiales o componentes, y pensando siempre en trabajar con conceptos. La toma de notas y los bosquejos ayudan a establecer dichos conceptos. Cuando se hacen bosquejos, la configuración, tamaño relativo y forma revelarán ventajas y desventajas, además, los

bosquejos y notas suministrarán un registro temporal de conceptos y una base para diferentes alternativas.

En términos generales. el diseñador puede iniciar la búsqueda de las soluciones siguiendo uno de los siguientes caminos 1- Encontrar el máximo número de soluciones posibles. teniendo en cuenta: a) analizar las restricciones reales. para determinar su validez: b) eliminar las restricciones ficticias: y c) ampliar los conocimientos. 2- Organizar las investigaciones y razonamientos. de tal forma que se obtengan soluciones básicamente diferentes. 3- Sistematizar la forma de hacer preguntas. de combinar ideas. de examinar situaciones análogas y de modificar las variables de solución. Por ejemplo. puede sistematizar la búsqueda. Concentrándose en cada una de las características y requerimientos de diseño (variables de solución) y. encontrar el mayor número de alternativas de diseño de cada una de ellas.

Durante esta etapa no conviene trabajar en detalle las diversas soluciones posibles. aunque algunas veces suele hacerse. Por tanto. muchas soluciones posibles tan solo aparecen en forma general. especificándose más tarde con todo detalle. si es que la calidad de las mismas lo justifica.

En esta etapa del proyecto comienza la especialización cuando conocimientos como. por ejemplo. fluidos. se añaden a la disciplina básica de diseño. A este respecto. sin embargo. hay que tener en cuenta que el diseño de las máquinas complejas es un campo de materias de muchas especializaciones. y que cualquier diseñador profesional de -por ejemplo- máquinas herramientas. no se sentirá con autoridad para diseñar máquinas agrícolas o máquinas energéticas. pues él sabe de las complejidades y de sus propias limitaciones.

Características requerimientos de diseño	Alternativas de diseño			
	Movimiento de entrada	Rotacional	Lineal	Oscilante	Etc.
Fuente de entrada	Una mano	Dos manos	Pie y mano	Etc.
Elemento de entrada	Cigüeñal	Biela	Balancá	Etc.
Elemento de salida	Tornillo	Hélice	Pistón	Etc.
Movimiento de salida	Rotacional	Lineal	Recíprocante	Etc.
Mecanismo	Engranaje	Articulación	Corredera	Etc.

Figura N° 29. Técnica de la matriz morfológica para el diseño de un sistema de extracción manual de rodamientos

Fuente: Extraído del artículo proceso general de diseño en Ingeniería Mecánica de GUILLERMO GARCIA P

4.1.8. Evaluación de solución

Según Guillermo García P (2010) en su trabajo de investigación de “Un proceso general de diseño en Ingeniería Mecánica” expresa que existen dos consideraciones básicas para la evaluación: 1- La economía proyectada del producto con relación a competidores. costo de mano de obra y necesidades. 2- La tecnología en progreso y la obsolescencia técnica. Hay necesidad de comparar las ideas de diseño y encontrar los méritos relativos ventajas y desventajas asociadas con cada una. Por medio de esta comparación. los valores relativos de cada alternativa pueden ser determinados.

En general. no es recomendable especificar las soluciones posibles con más detalle que el estrictamente indispensable. ya que muchas ideas pueden evaluarse. sin necesidad de recurrir a los detalles estructurales de las mismas: sin embargo. una vez se han eliminado las soluciones de calidad inferior. se procederá a especificar con más detalle a las soluciones que aún subsisten para poder evaluarlas y seguir con el proceso discriminatorio. hasta llegar a la solución óptima. Este proceso discriminatorio de etapas múltiples se caracteriza por la eliminación gradual de soluciones posibles y por la necesidad de cada

vez mayor información acerca de la naturaleza y rendimiento de las soluciones sobrevivientes. Íntimamente relacionado con este proceso de eliminación están la combinación y recombinación de soluciones parciales. Las bases que permiten seleccionar la mejor solución son los criterios. motivo por el cual se deben definir al menos en términos generales durante el análisis del problema.

En cualquier forma deben verificarse los siguientes pasos: 1- Seleccionar los criterios. 2- Predecir la efectividad de las diversas soluciones. 3- Comparar las efectividades pronosticadas de las diversas soluciones y 4- Hacer una elección. Una de las principales tareas del ingeniero es predecir la forma en que bajo los criterios establecidos se comportarán las diversas soluciones. en el caso de que se adopten: por ejemplo. ¿qué tanto tiempo trabajarán eficientemente los resortes hechos de diferentes materiales? Pronósticos como éste requieren del criterio del ingeniero. de modelos matemáticos. de simulación analógica o digital. o de experimentación con prototipos.

Para asegurar la compatibilidad de las alternativas de diseño con su uso. un análisis preliminar debe hacerse para dimensionar elementos. escoger materiales y componentes. Mediante este repaso es posible eliminar funciones innecesarias y refinar aspectos de cada alternativa. Las alternativas deben ser analizadas sobre la base función vs. costo. Muchos diseños que son técnicamente aceptables. económicamente no son posibles. Funciones y costos innecesarios deben ser eliminados.

En general. un período de búsqueda con énfasis en una evaluación posterior es especialmente aplicable a situaciones en que se depende principalmente de la inventiva para idear diversas soluciones posibles. Sin embargo. cuando no es la inventiva el principal factor generador de soluciones. Cuando cada una de las soluciones obtenidas puede

evaluarse rápida y económicamente. no es necesario separar las fases de búsqueda y decisión.

Debido a la gran diversidad de problemas a que el ingeniero suele enfrentarse. es difícil establecer un método general para la toma de decisiones: sin embargo. se deben utilizar todas las habilidades. incluyendo el criterio especializado y altamente desarrollado. En conclusión. el estudio completo indica si existe una necesidad real o potencial. y si se pueden encontrar soluciones útiles.

4.1.9. Proyecto anteproyecto o preliminar

El anteproyecto comienza con el conjunto de soluciones útiles que se desarrollan en la fase primera. La finalidad del anteproyecto estriba en establecer cuál de las alternativas propuestas es el mejor concepto del proyecto. En esta etapa se realizan estudios para establecer la amplitud del dominio dentro del cual tendrán que controlarse los' parámetros fundamentales del proyecto. Estos parámetros representan varios atributos del sistema: algunos reflejan propiedades o capacidades importantes. otros representan posibles estados del sistema y otros reflejan dimensiones críticas. Cada una de las soluciones se somete a diversos análisis para luego seleccionar aquella que tenga las características más favorables.

4.1.10. Estudios de anteproyecto

4.1.10.1. Análisis de sensibilidad de variables

El análisis de la sensibilidad se estructura mediante modelos matemáticos en donde influyen las variables de entrada. las variables de salida y los parámetros del proyecto. Con el análisis de la sensibilidad se consigue:

- Identificar los parámetros críticos del diseño.
- Conocer más de cerca los mecanismos del sistema.
- Conocer qué restricciones se deben aumentar o disminuir.
- Conocer en forma cuantitativa el comportamiento general esperado del sistema.

4.2. Resultados de Diseño de portafolio de alternativas de tanque reactor

Luego de conocer las exigencias requeridas por el cliente se propondrá 2 alternativas para la construcción del sistema de mezcla

Alternativa1:” Construcción de 1 tanque cilíndrico y un sistema automatizado en el proceso de agitación, calentamiento y envasado con su motor acoplado en la parte superior del tanque para una capacidad de producción de 400 litros.”

Esta alternativa ofrece un diseño de tanque cuya altura es mayor con relación al diámetro de cilindro.

Según las condiciones precarias se propone un sistema automatizado de control de flujo tanto de llenado del agua como en la descarga del producto final por medio de la utilización de válvulas motorizadas de ½” controladas por un PLC para por medio de un ladder controlar el tiempo de descarga de las mismas las mismas una para ingreso de agua y otras 2 para el envasado de agua

Además, para el calentamiento de los productos se propone un sistema por medio de resistencias eléctricas de caucho de 6000 W. la cual también se controlará por medio del PLC para llegar a un calentamiento uniforme y en un menor tiempo.

Para el sistema de agitación se propone la construcción de un agitador acoplado a un motor con reductor de velocidad con sus respectivos soportes además de la aplicación de una chaveta para unir eje a motor.

El agitador para el sistema de agitación se propone de tipo hélice y se colocara fuera del centro del tanque para evitar los vórtices. El montaje del motor se acoplará al mismo tanque mezclador.

Alternativa 2: “Construcción de 1 tanque de producción y un sistema automatizado en el proceso de agitación, calentamiento y envasado; además de una estructura para el acople del motor para una capacidad de producción de 400 litros.”

Desarrollo de 1 tanque de forma cilíndrica la cual el diámetro del tanque como la altura sea iguales, para el sistema de llenado automatizado el cliente exigió 2 electroválvulas de llenado ya que hay mayor volumen de producción estas deben ser de 1” y que en la parte de descarga de producto se coloquen 2 electroválvulas de 1” controlado por sensores.

Para el sistema de calentamiento se utilizará tres resistencias de 4500 W distribuidos proporcionalmente al tanque y que uniformemente se distribuya el calor.

Para el sistema de agitación este debe acoplarse un variador electrónico al motor y un sistema de paletas tipo turbina y el motor ira centrado y se acoplara 4 deflectores para evitar los vórtices, además de colocar un acople y rodamiento para la colocación del eje a motor. El montaje del motor se realizar por medio de la construcción de un bastidor metálico para soportar el peso del motor.

Tabla N° 3. Matriz Morfológica de tanque reactor

Función	Portador de función
1	Tanques reactores
1.1	Forma de los Tanques mezcladores
1.1.1	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p data-bbox="587 786 837 822">Diámetro ≠ Altura</p>  </div> <div style="text-align: center;">  <p data-bbox="1002 786 1252 822">Diámetro = Altura</p>  </div> </div>
1.2	Material de Tanques reactores
1.2.1	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p data-bbox="651 1283 770 1319">Aluminio</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p data-bbox="1106 1305 1345 1341">Acero inoxidable</p> </div> </div>
1.3.	Soldadura utilizada para Tanques reactores
1.3.1	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p data-bbox="683 1753 738 1789">TIG</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p data-bbox="1034 1742 1393 1778">Arco por electrodo INOX</p> </div> </div>
2	Sistema de calentamiento
2.1	Fuente de energía

2.1.1



Resistencia industrial de caucho



Resistencia eléctrica para termas

2.2

Resistencia a utilizar

2.2.1



Resistencia a 4500 W



Resistencia a 6000 W

2.3

Tipo de montaje de los motores, resistencias y agitador

2.3.1



Soldadura



Unión por pernos

3

Sistema de Envasado

3.1.

Electroválvulas

3.1.1



Electroválvulas solenoide de 12 v y 24 v 220 v



Válvula Motorizada, 2 vías, presión máx. 25 bar, 220 VAC

3.2.

Sistema de control

3.2.1.



PLC Simatic S7 300



Control eléctrico con temporizadores

4

Sistema de

agitación

4.1

Variador de

velocidad

4.1.1.



Motoreductor monofásico



Motor más variador electrónico

4.2.

Agitador

4.2.1



Hélices



Paletas

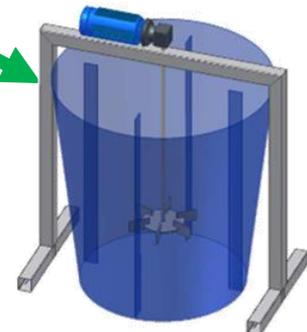
4.3.

Sistema de montaje del motor

4.3.1.



Motor acoplado en la tapa superior del tanque

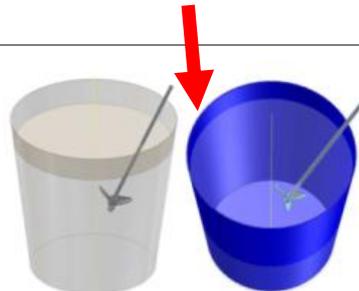


Diseño de un bastidor para el motor

4.4.

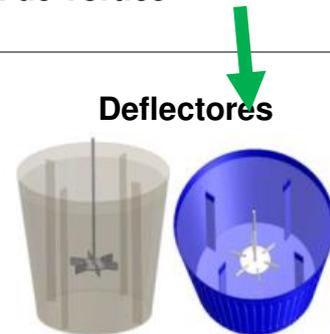
Sistema de eliminación de vórtice

4.4.1.



Instalación de la paleta fuera del centro

ALTERNATIVA 1



Deflectores

ALTERNATIVA 2

Fuente: Elaboración propia

4.3. Evaluación técnica de alternativas para tanque reactor basándose en norma VDI 2225

Después de tener correctamente identificados los puntos de evaluación a analizar del proyecto se puede elaborar una evaluación técnica de las 2 alternativas expuestas en la matriz morfológica para tal fin seguirá la siguiente metodología:

Asignar puntaje a cada factor usando un correcto método semicuantitativo (jerarquización de factores para poder determinar la importancia de cada factor respecto al resto de factores:

Tabla N° 4. Jerarquización de factores para poder determinar la importancia de análisis técnico

Buen uso de la fuerza o energía	10
Seguridad	4
Rapidez	8
Estabilidad	9
Rigidez	7
Manipulación	8
Confiabilidad	7
Facilidad de manejo	5
Calidad de trabajo	7
Complejidad	6
Lista de exigencias	8
Número de piezas	8
Productividad	6
Pocos desperdicios	6
Numero de operarios	7
Facilidad de montaje	6
Fácil mantenimiento	6

Fuente: Norma VDI 2225

Calificar cada factor de 0 a 4 puntos para poder identificar qué tan eficiente es la respuesta de cada alternativa frente:

Tabla N° 5. Puntaje de eficiencia de evaluación técnica

Insuficiente	0
Aceptable a las justas	1
Suficiente	2
Bien	3
Muy bien (ideal)	4

Fuente: Norma VDI 2225

Determinar el peso ponderado para cada uno de los factores, el cual resulta como producto del peso por cada calificación. Realizar la suma del peso ponderado de todos los factores, este resultado nos indicara como responde las alternativas del proyecto dándonos el coeficiente económico de dividir el puntaje total sobre el puntaje ideal.

Tabla N° 6. : Evaluación técnica de las 2 alternativas de tanque reactor

DISEÑO MECATRONICO					AREA DISEÑO			
Criterio de evaluación para diseños de proyectos								
Variante de concepto de proyecto			Solución 1		Solución 2		Solución final	
Nª	Criterio de evaluación	g	P	Gp	P	gp	P	Gp
1	Buen uso de la fuerza o energía	10	3	30	4	40	4	40
2	Seguridad	4	3	12	3	12	4	16
3	Rapidez	8	3	24	3	24	4	32
4	Estabilidad	9	2	18	3	27	4	36
5	Rigidez	7	3	21	2	14	4	28
6	Manipulación	8	2	16	2	16	4	32
7	Confiabilidad	7	2	14	2	14	4	28

DISEÑO MECATRONICO				AREA DISEÑO			
Criterio de evaluación para diseños de proyectos							
Variante de concepto de proyecto	Solución 1			Solución 2		Solución final	
8 Facilidad de manejo	5	2	10	2	10	4	20
9 Calidad de trabajo	7	3	21	3	21	4	28
10 Complejidad	6	3	18	3	18	4	24
11 Lista de exigencias	8	3	24	3	24	4	32
12 Número de piezas	8	2	16	4	32	4	32
13 Productividad	6	3	18	4	24	4	24
14 Pocos desperdicios	6	2	12	3	18	4	24
15 Numero de operarios	7	3	21	3	21	4	28
16 Facilidad de montaje	6	2	12	2	12	4	24
17 Fácil mantenimiento	6	3	18	3	18	4	24
Puntaje máximo	118	44	305	49	34	68	472
					5		
Valor técnico		0,65		0,73		1,00	

Fuente: Elaboración propia

Nota: p:puntaje de 0 a 4 (escalera de valores según VDI 2225)

0=insuficiente 1=aceptable a las justas 2=suficiente 3=bien

4=muy bien (ideal)- g: es el peso ponderado y se da en función de la importancia de los criterios de evaluación

4.4. Evaluación económica de alternativas para tanque reactor basándose en norma VDI 2225

Se realizar la misma metodología de calificación que la evaluación económica:

Asignar pesos relativos adecuados a cada factor usando un método semicuantitativo (jerarquización de factores para poder determinar la mejor importancia de cada factor respecto al resto de factores;

Tabla N° 7. Jerarquización de factores para poder determinar la importancia de análisis económico

Fácil adquisición de materiales	5
Costo de tecnología	5
Costo de mantenimiento	3
Costo de diseño	3
Tiempo de vida	1

Fuente: Norma VDI 2225

Calificar cada factor de 0 a 4 puntos para poder definir qué tan eficiente es la respuesta de cada alternativa;

Tabla N° 8. Puntaje de eficiencia de evaluación técnica

Insuficiente	0
Aceptable a las justas	1
Suficiente	2
Bien	3
Muy bien (ideal)	4

Fuente: Norma VDI 2225

Determinar el peso ponderado para cada factor, el cual resulta como producto del peso por calificación.

Realizar la suma del peso ponderado de todos los factores, este resultado nos indicara como responde las alternativas del proyecto dándonos el coeficiente económico de dividir el puntaje total sobre el puntaje ideal.

Tabla N° 9. Evaluación económica de las 2 alternativas para tanque reactor

		DISEÑO MECATRONICO			AREA DISEÑO			
Criterio de evaluación para diseños de proyectos								
Variante de concepto de proyecto		Solución 1			Solución 2		Solución final	
N	Criterio de evaluación	G	P	Gp	P	gp	p	Gp
1	Fácil adquisición de materiales	5	3	15	3	15	4	20
2	Costo de tecnología	5	3	15	3	15	4	20
3	Costo de mantenimiento	3	3	9	3	9	4	12
4	Costo de diseño	3	2	6	3	9	4	12
5	Tiempo de vida	1	3	3	2	2	4	4
Puntaje máximo		1	14	48	15	55	20	68
		7						
Valor técnico		0,71			0,74		1,00	

Fuente: Elaboración propia

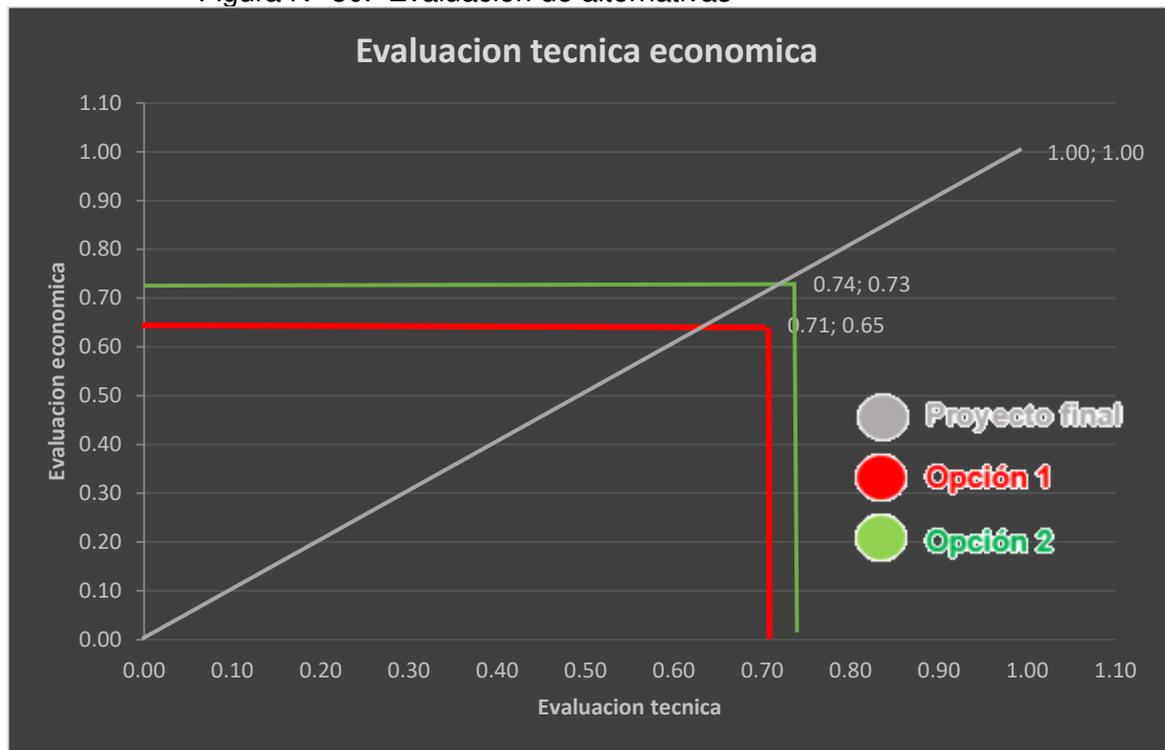
Nota: p: puntaje de 0 a 4 (escalera de valores según VDI 2225)

0=insuficiente 1=aceptable a las justas 2=suficiente 3=bien

4=muy bien (ideal) g: es el peso ponderado y se da en función

de la importancia de los criterios de evaluación

Figura N° 30. Evaluación de alternativas



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos obtenidos y la gráfica mostrada, la alternativa 2: Construcción de 1 tanque de producción y un sistema automatizado en el proceso de agitación, calentamiento y envasado; además de una estructura para el acople del motor para una capacidad de producción de 400 litros, es la que más se acerca al ideal. Las ventajas analizadas son las siguientes:

- Aumentará la producción en un doble de la capacidad actual y reduciendo los problemas de separación de insumos por la selección de agitador en turbina ya que facilita la dilución de sólidos en líquidos además de la eliminación de espuma por los deflectores a instalar.
- Fácil operación ya que se obtendrá un sistema automatizado para el operador.
- Al ser un sistema automatizado no se necesitará más que dos operarios así reduciendo los costos de producción.

- Se implementará un sistema de calentamiento más seguro como por resistencias y mayor distribución del calor al tanque reactor.
- El sistema de llenado será más exacto por las electroválvulas a utilizar.
- Se podrá controlar los rpm más adecuadas al producto a preparar.
- La instalación del bastidor permitirá una mayor facilidad de limpieza, seguridad, ergonomía, maniobrabilidad al operador y resistencia al tanque.
- Las dimensiones del tanque se harán según lo recomendado en la industria de tanques mezcladores

4.5. Resultados del análisis de variables técnicas y económicas

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del análisis, formulas, así como el procesamiento de estos datos mediante los resultados,

Se realizar el análisis de sensibilidad de las variables de estabilidad, compatibilidad y estabilidad del equipo.

Se realizar el análisis de sensibilidad económica hallando el VAN TIR TMAR y el análisis del mismo.

4.5.1. Árbol de sistema

Permite conocer:

- Elementos de diseño
- Elementos de comercialización
- Verificación de actividades a realizar

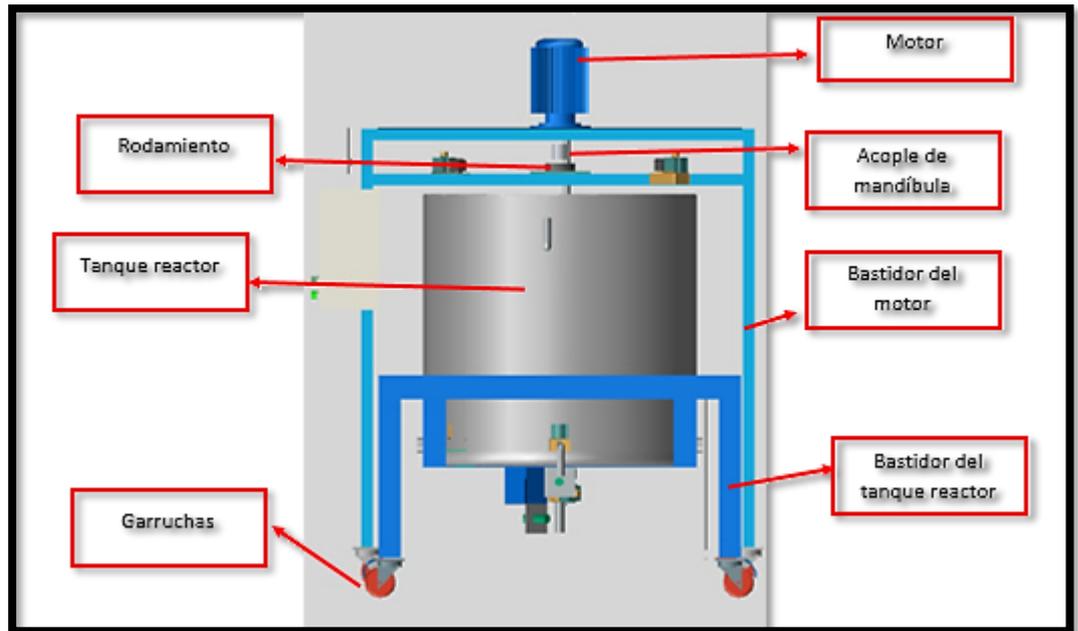


Figura N° 31. Partes principales del equipo
Fuente: Elaboración propia

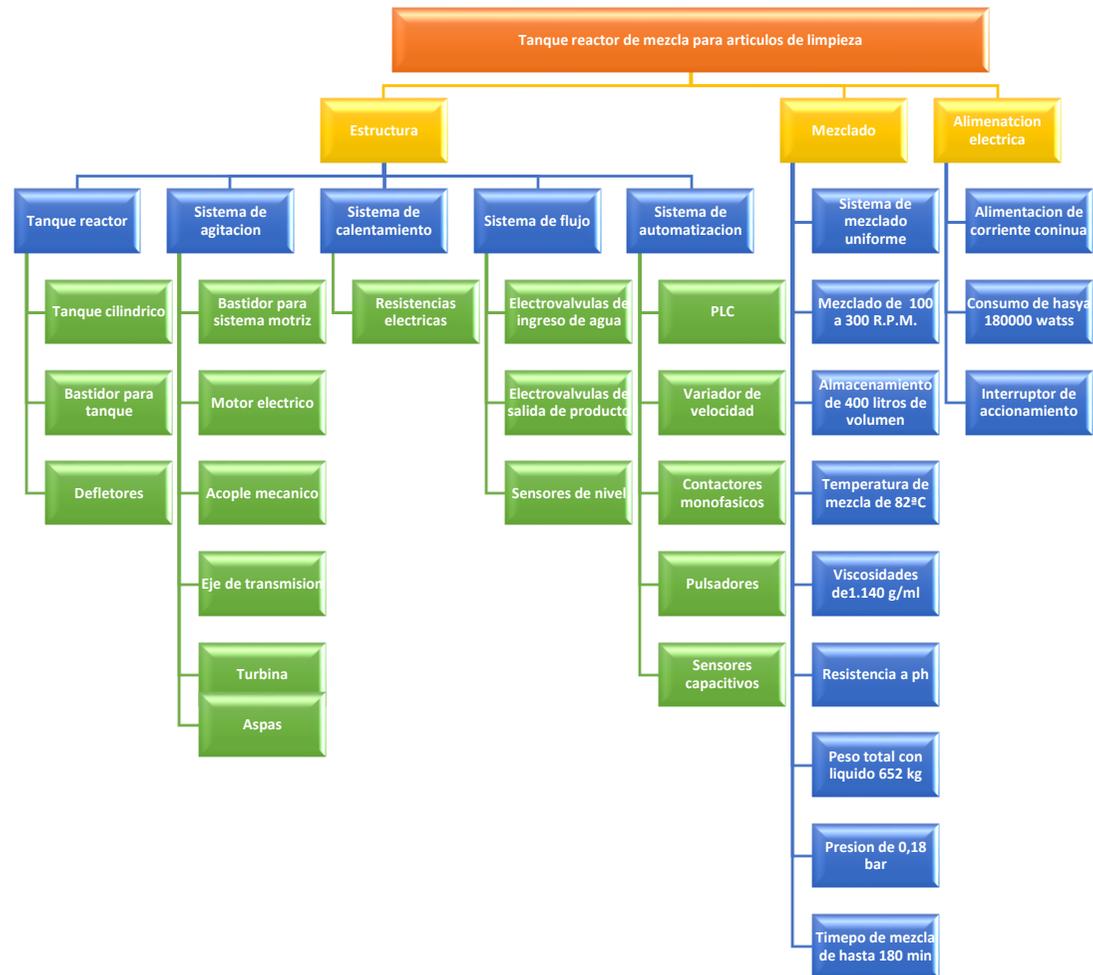


Figura N° 32. Árbol del sistema de proyecto
Fuente: Elaboración propia

4.5.2. Lista de exigencias

- Especificaciones técnicas
- Parámetros funcionales
- Tamaño
- Capacidad
- Operación
- Parámetros de diseño
- Materiales
- Limitaciones de diseño
- Funcionalidad
- Tiempo de procesado
- Versatilidad
- Facilidad de operación
- Facilidad de construcción y montaje
- Facilidad de mantenimiento
- Bajo costo
- Seguridad

Tabla N° 10. Lista de exigencias de proyecto

Área de diseño		
Propone	Deseo=D Exigencia=E	Descripción
Función principal		
C + I	E	Tanque mezclador para la homogeneidad de los productos de limpieza
C + I	E	Usar tecnología adecuada
C + I	E	Operación mezclado clase lote
C + I	E	Facilidad de salida de la mezcla hacia la parte posterior del tanque mezclador
Geometría		
C + I	D	Capacidad del tanque de mezclado de 400 litros
I	D	Altura máxima del tanque= 0.9 m.

Área de diseño		
Propone	Deseo=D Exigencia=E	Descripción
I	D	Diámetro máximo del tanque = 0.9 m.
I	D	Altura máxima del equipo = 1.60 m.
I	D	Ancho máximo del equipo=1.3 m.
I	D	Largo máximo del equipo = 1.3 m.
I	D	Un solo eje de agitación de 25 mm de diámetro
I	D	Un solo impulsor con 8 aspas de 45º
I	D	Agitador de entrada superior
I	D	Tres resistencias eléctricas de 4.5 kw
Fuerzas		
C + i	E	Mecanismo que soporte fuerzas horizontales verticales y axiales
I	D	Peso de la maquina: 300 kg
C	E	Rigidez y estabilidad de la maquina
Energía		
C+ I	E	Motor eléctrico de 1 Hp a 200 rpm
C+ I	E	Variador de velocidad 1HP VFD007L21B DELTA entrada monofásica y salida trifásica 220V.
C+ I	E	Acople de mandíbula SKF de 25 mm con chaveta
C+ I	E	Resistencias eléctricas adecuadas con capacidad total de 13,5 Kw a 82ª C
C+ I	E	Electroválvulas adecuadas 3 de 1 " de diámetro de salida x 220 V
C+ I	E	Sistema de automatización adecuado con 3 sensores capacitivos
C+ I	E	Sensor tipo boya para el nivel de liquido
C+ I	D	Eficiencia mayor al 85%
Señales y control		
C+ I	E	Señalización del área de trabajo mientras se encuentra en funcionamiento

Área de diseño		
Propone	Deseo=D Exigencia=E	Descripción
C+ I	E	Circuito eléctrico (fuerza y mando)
I	D	Sistema de automatización por PLC S7 300. 4 Módulos 1 Analogic Y 3 Digitale
Materiales		
C+ I	E	Estructura en la que se instala el motor es de acero ASTM A36 con recubrimientos anticorrosivos
C+ I	E	Recipiente de mezcla de acero inoxidable AISI 304 de 2mm de espesor
C+ I	E	Agitador, turbina y aspas de acero inoxidable AISI 304 de 2mm de espesor
Fabricación y montaje		
C+ I	E	Tamaño estandarizado de componentes mecánicos
C+ I	E	Piezas mecánicas adecuadas al diseño propuesto
		Estructura con componentes desarmables y empernados
C+ I	D	Realización de un correcto prototipo de montaje manual
Vida y mantenimiento		
C	D	Vida útil de 10 años
C	E	Mantenimiento correctivo, preventivo, lubricación y predictivo adecuado
C	D	Fácil de inspeccionar, limpiar y lubricar
Transporte		
C	D	Fácil de transportar para su limpieza y mantenimiento
		Uso

Área de diseño		
Propone	Deseo=D Exigencia=E	Descripción
C	E	Línea caliente y fría en la producción de artículos de limpieza
Costo total		
C	D	Entre S/.4500 y S/. 8000 costo de 7425,42
Seguridad		
C + I	E	Altura de tanque no muy elevado para poder ingresar los insumos necesarios
C	E	Sistema eléctrico de seguridad
C	E	Seguridad para el operador
Ergonomía		
C + I	E	Buen aspecto
C + I	E	Diseño ergonómico y de fácil operación para el operador
C + I	E	Piezas mecánicas adecuadas al diseño propuesto
C + I	E	Componentes empernados o roscados al equipo para un fácil mantenimiento
C + I	E	Sistema de llenado calentamiento y agitación de fácil manipulación para el operador

Fuente: Elaboración propia

4.5.3. Mapa de procesos

A continuación, se muestra el mapa de procesos de las variables de entrada y salida de cada proceso:

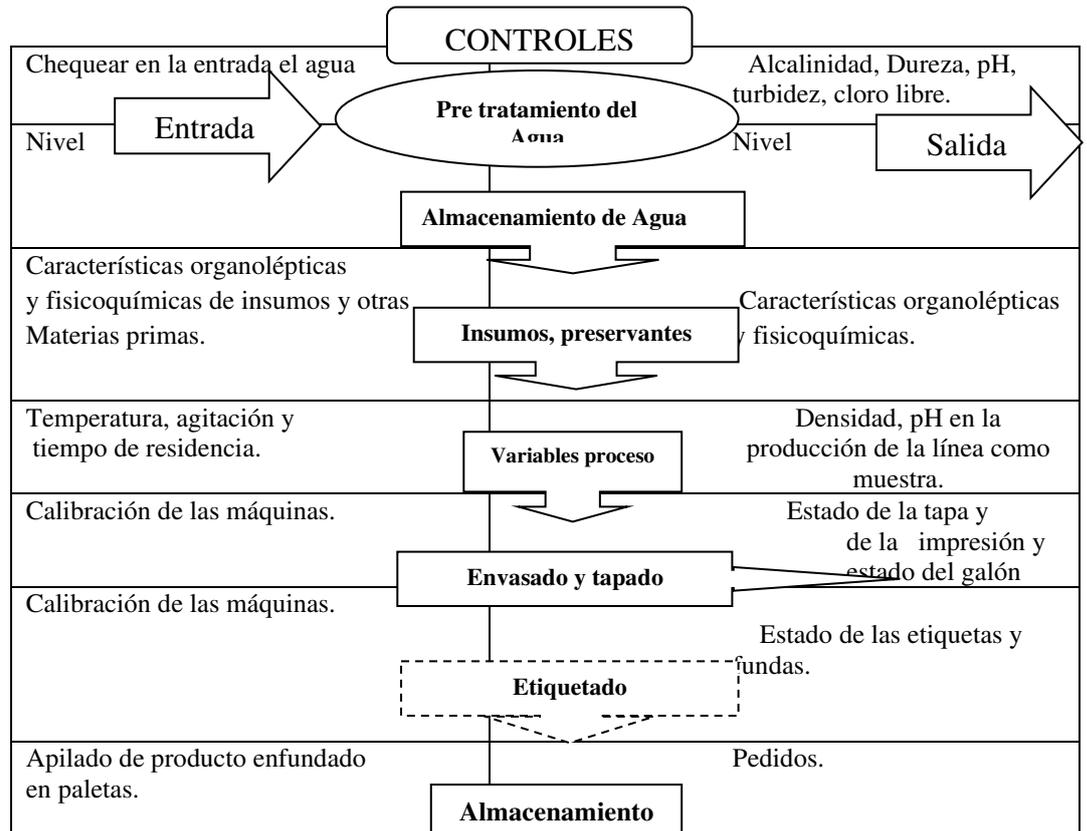


Figura N° 33. Mapa de procesos del proyecto
Fuente: Elaboración propia

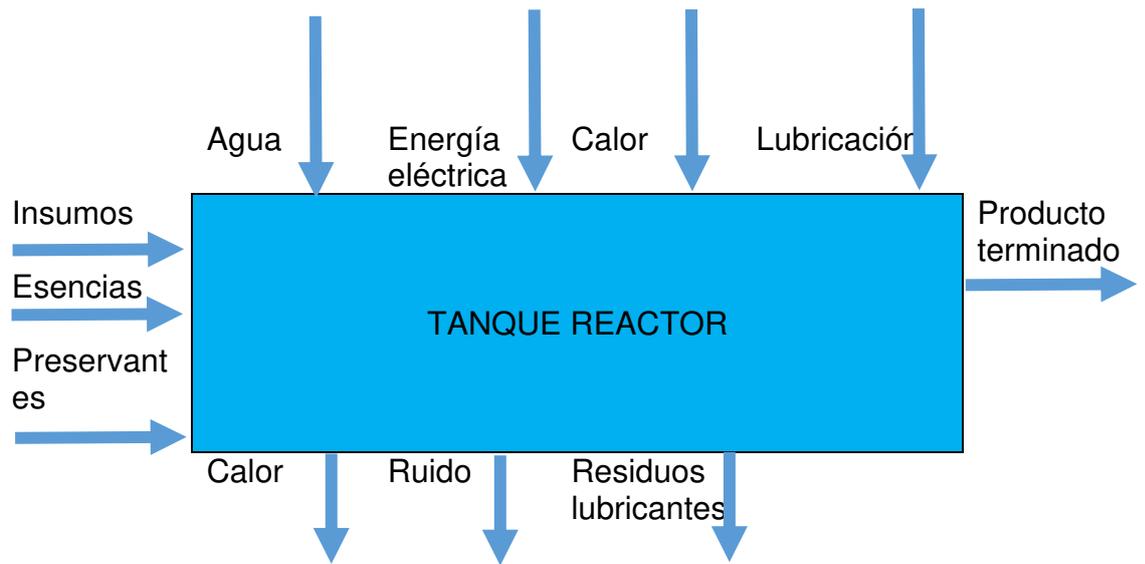


Figura N° 34. Diagrama de las variables de entradas y salidas de preparación de artículos de limpieza
Fuente: Elaboración propia

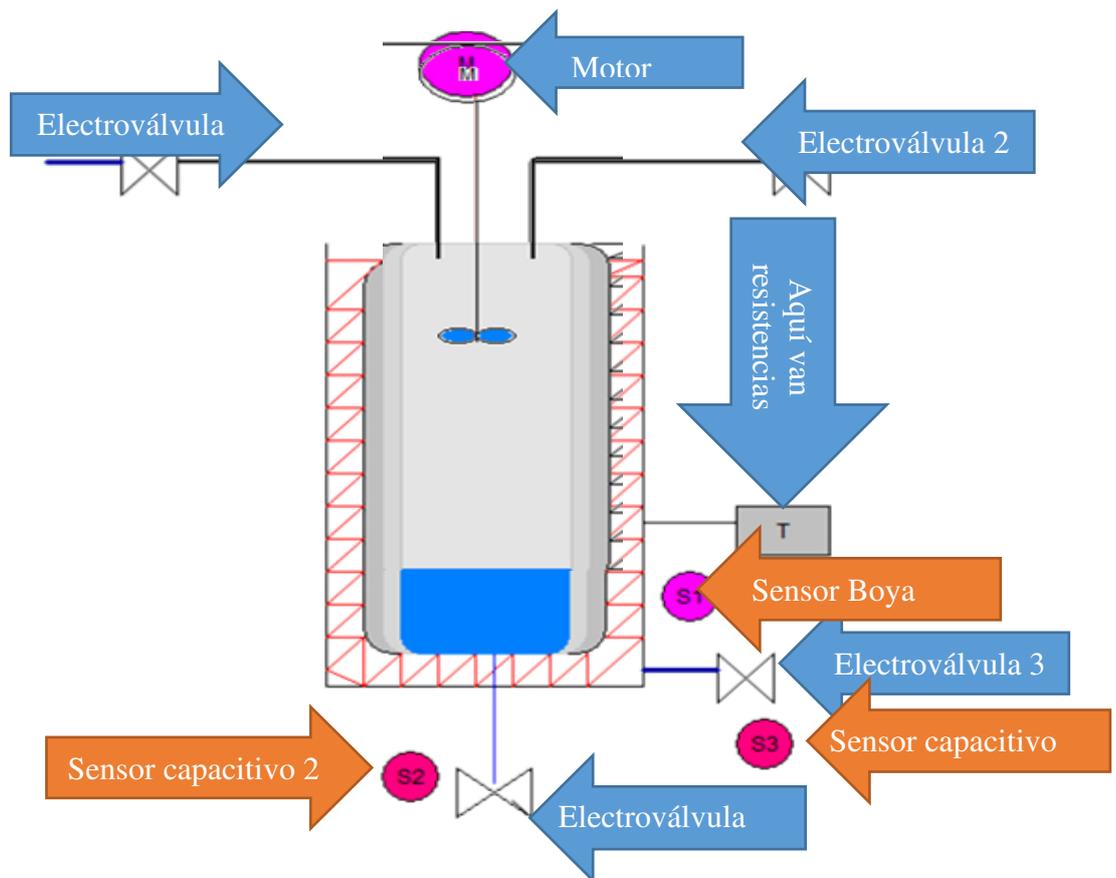


Figura N° 35. Ubicación de los componentes del reactor
Fuente: Elaboración propia

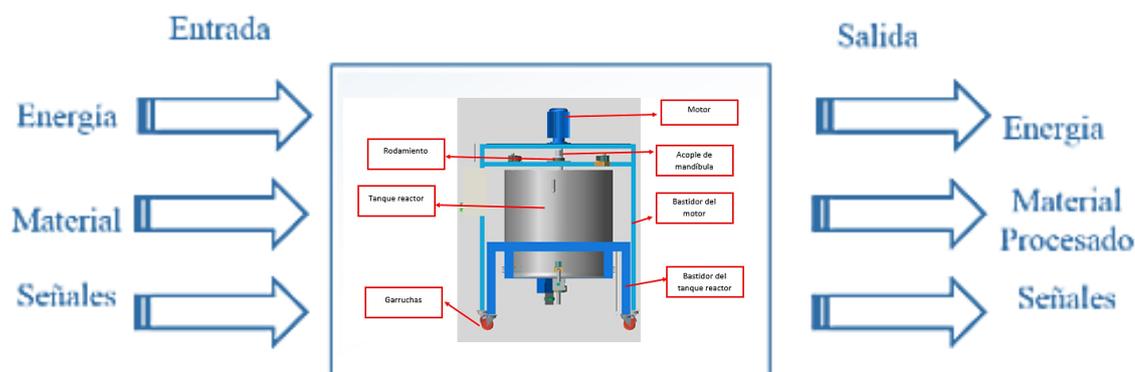
Tabla N° 11. Entradas y salidas de preparación de artículos de limpieza

Variable Entrada		Variable Salida	
Material	<ul style="list-style-type: none"> • Insumos • Esencias • Preservantes • Agua 	Material	<ul style="list-style-type: none"> • Jabón en gel
Energía	<ul style="list-style-type: none"> • Energía eléctrica para accionar y alimentar las partes • Mecánicas (motor y resistencias) y del controlador. • Energía mecánica para movimiento de agitador • y actuadores electroválvulas • Energía humana y/o mecánica, para colocar los insumos • Energía humana para encender la máquina. 	Energía	<ul style="list-style-type: none"> • Energía como sonora, térmica y luminosa.
Señales	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo visual • Señal de encendido de la máquina. 	Señales	<ul style="list-style-type: none"> • Señal visual indicando que puede colocar los insumos • Señal visual de que la máquina terminó su agitación.

Variable Entrada	Variable Salida
	<ul style="list-style-type: none"> • Señal visual de que la máquina se ha apagado. • Señal visual donde se acciona el encendido de resistencias • Señal visualizador del estado del proceso

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 12. Descomposición del problema a través de una caja negra



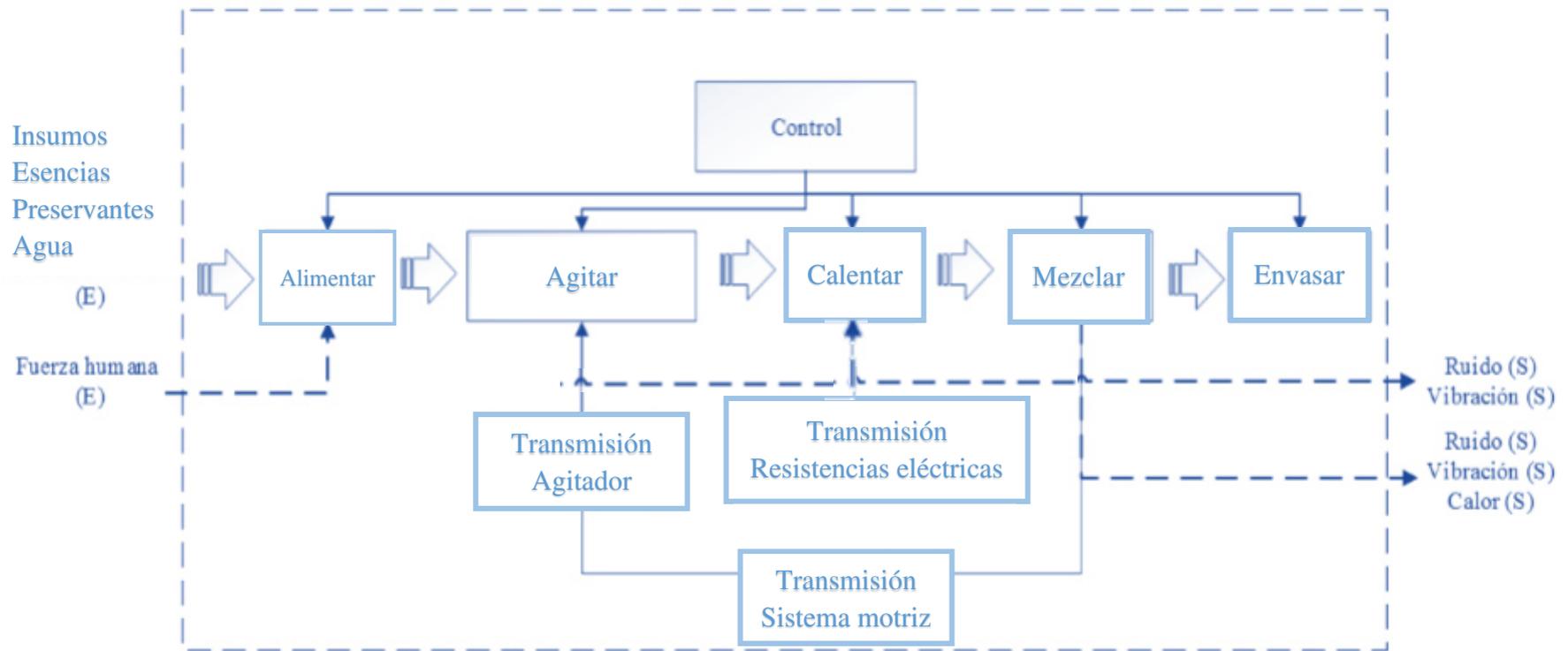
Variable de Entrada		Variable de Salida	
Material	<ul style="list-style-type: none"> • Insumos • Esencias • Preservantes • Agua 	Material	<ul style="list-style-type: none"> • Jabón en gel
Energía	<ul style="list-style-type: none"> • Energía eléctrica para accionar y alimentar las partes mecánicas (motor 	Energía	<ul style="list-style-type: none"> • Energía como sonora,

Variable de Entrada	Variable de Salida
<p>y resistencias) y del controlador.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energía mecánica para movimiento de agitador y actuadores electroválvulas • Energía humana y/o mecánica, para colocar los insumos • Energía humana para encender la máquina. 	<p>térmica y luminosa.</p>
<p>Señales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo visual • Señal de encendido de la máquina. 	<p>Señales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Señal visual indicando que puede colocar los insumos • Señal visual de que la máquina terminó su agitación. • Señal visual de que la máquina se ha apagado. • Señal visual donde se acciona el encendido de resistencias • Señal visualizador

Variable de Entrada	Variable de Salida
	del estado del proceso

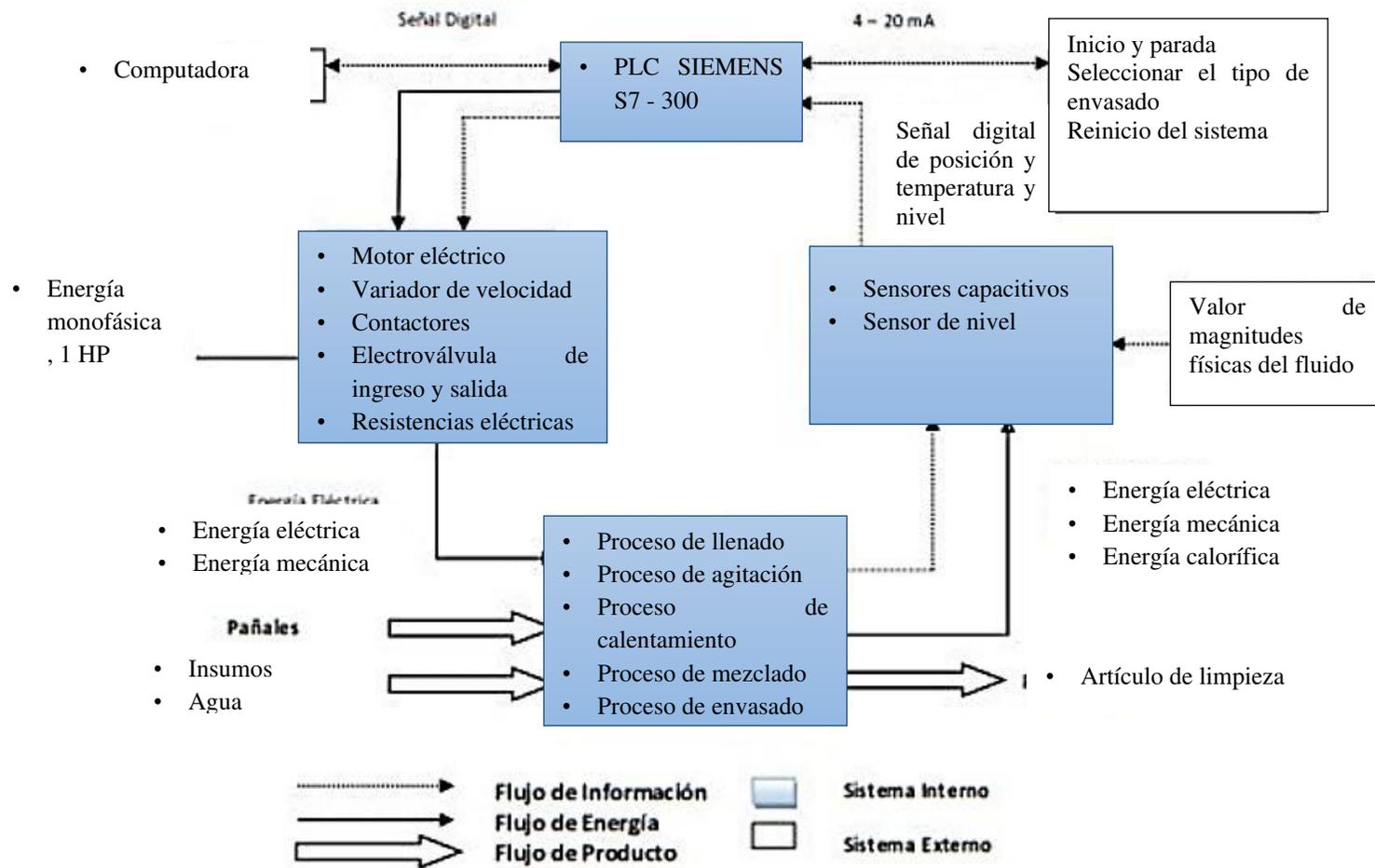
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 36. Diseño de estructura de funciones e interacción del sistema de maquina mezcladora de artículos de limpieza



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 37. Diseño de estructura de funciones con PLC e interacción del sistema de maquina mezcladora de artículos de limpieza



Fuente: Elaboración propia

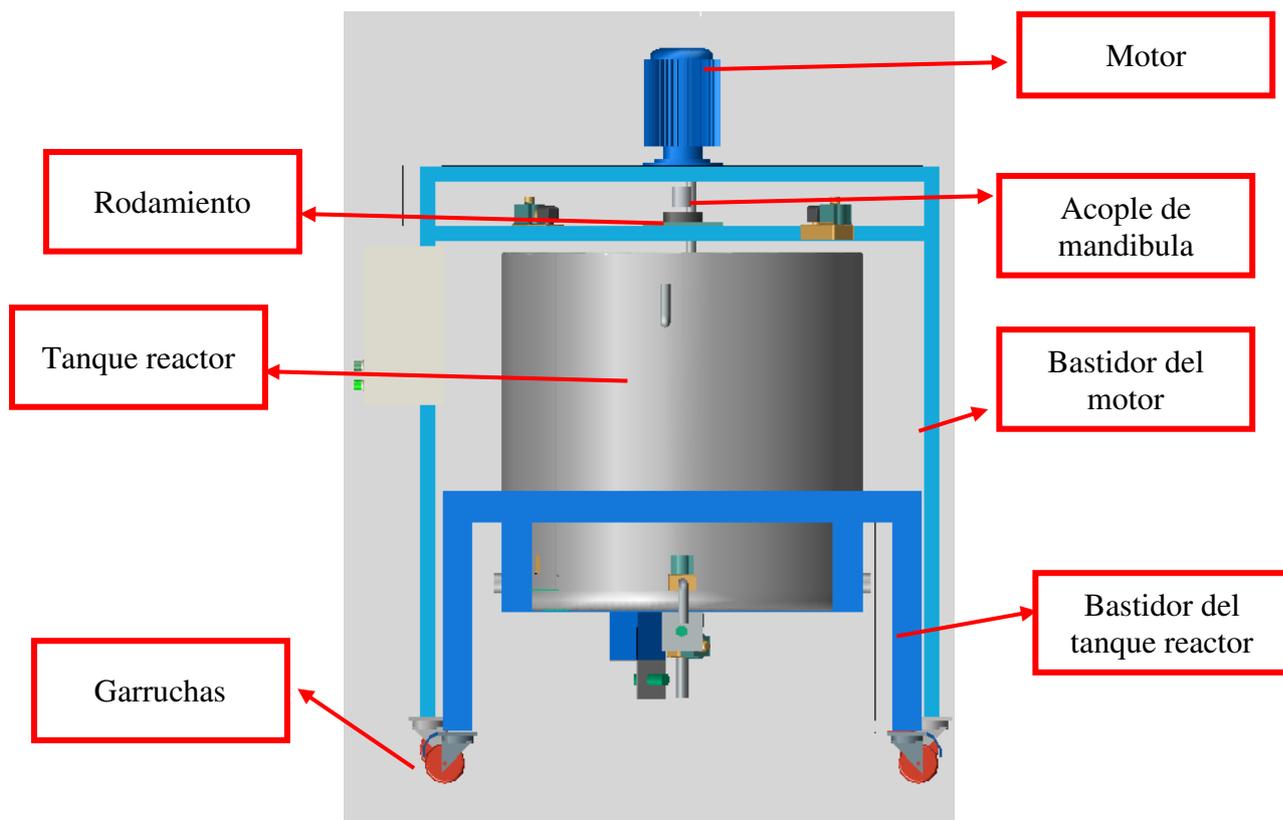


Figura N° 38. Diseño de los componentes mecánicos del equipo
Fuente: Elaboración propia

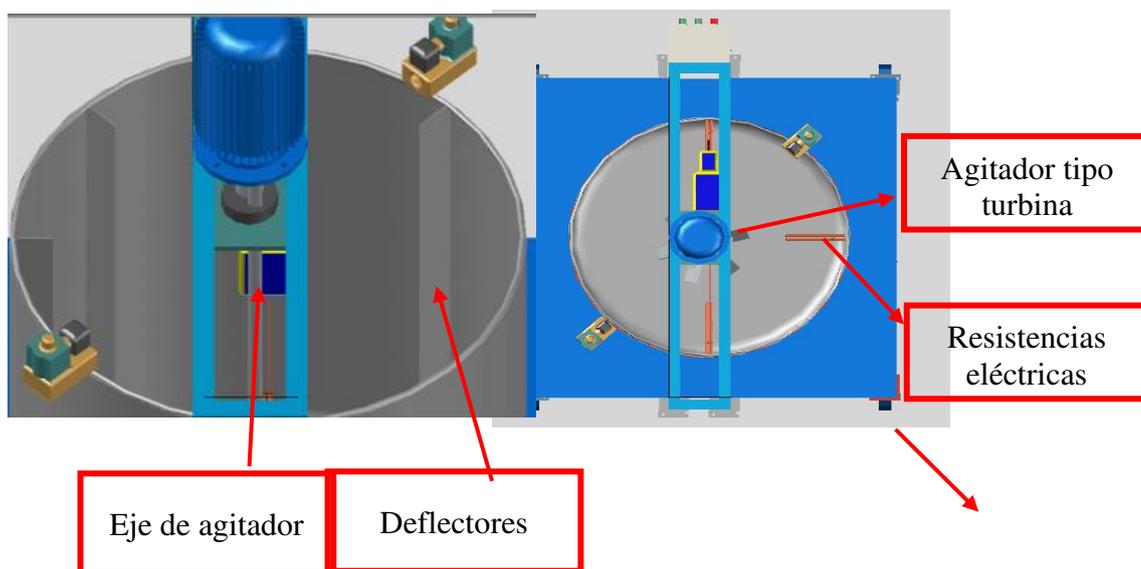
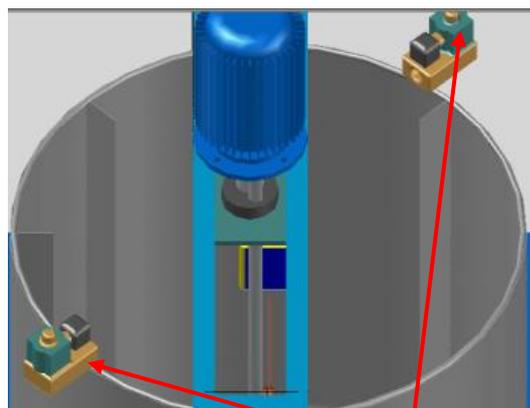
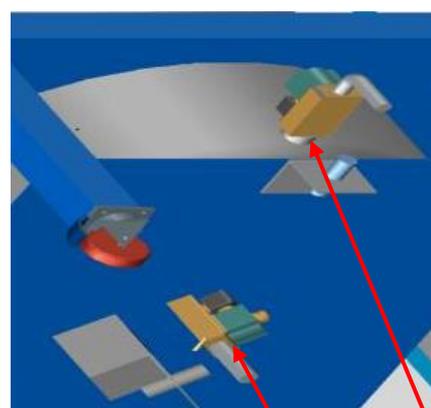


Figura N° 39. Diseño de los componentes mecánicos dentro del tanque
Fuente: Elaboración propia

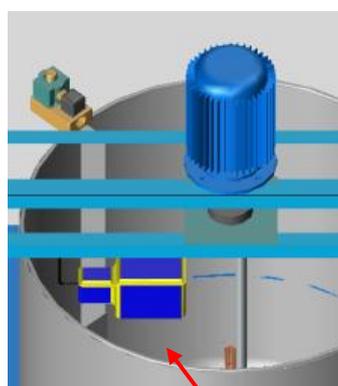


Electrovalvulas de llenado de agua

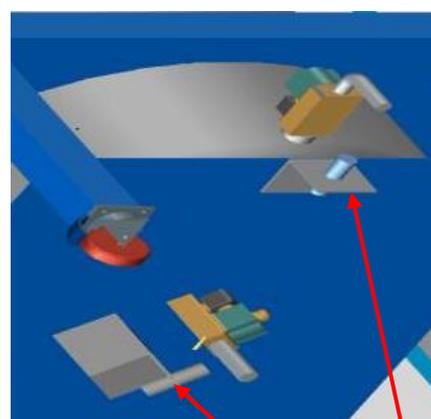


Electrovalvulas de llenado de producto

Figura N° 40. Ubicación de electroválvulas
Fuente: Elaboración propia



Sensor de nivel tipo boya



Sensores capacitivos de llenado de producto

Figura N° 41. Ubicación de sensores
Fuente: Elaboración propia

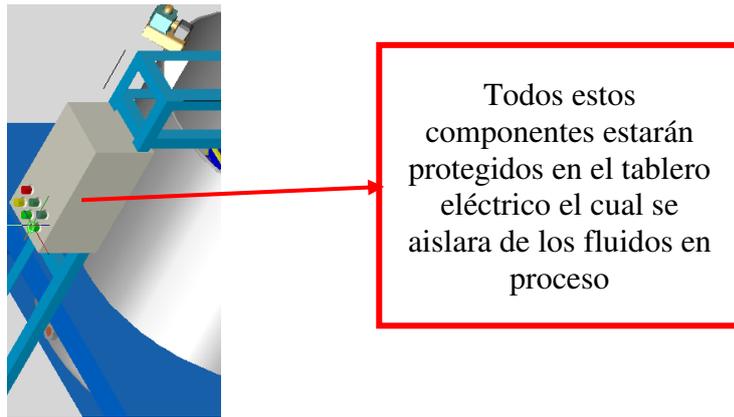


Figura N° 42. Ubicación de PLC sensores y protecciones eléctricas y pulsadores
Fuente: Elaboración propia

4.6. Análisis de sensibilidad de variables

El análisis de sensibilidad de estas variables es importante porque nos dará a cuenta de que variables han de ser ajustadas con mayor precisión que otras

4.6.1. Determinación de las propiedades fisicoquímicas de los productos de limpieza (Variable dependiente)

Todos los datos obtenidos tanto de la viscosidad como la densidad del producto neto se obtuvieron del sistema de facturación de la misma empresa el cual nos da:

Tabla N° 13. Análisis de las propiedades fisicoquímicas para los artículos de limpieza de la empresa Corvel's S.R.L.

Producto	Densidad g/ml	Viscosidad cps	pH
Cera al agua	0.975	50-80	8.0-9.2
Desinfectante pino	1.039	1200-2000	6.1-8.5
Jabón líquido	0.892	1800	6.5-7.5
Jabón en gel	1.140	3500-5500	6.1- 7.5
Limpiavidrios multiusos	1.001	20-49	7.9-9.0
Ambientador líquido	1.010	1200-1600	6.5-7.0
Shampoo para alfombras	1.005	50-80	8.2-9.1
Cera autobrillante siliconada	1.029	300-600	8.5-9.0

Fuente: Elaboración propia

4.6.2. Variables de entrada y salida

Se considerará las variables y parámetros de trabajo

Tabla N° 14. Definición de sensibilidad de variables tanque reactor

Variables					
Variable de ingreso			Variable salida		
Nombre	Representación	Valor	Nombre	Representación	Valor
Potencia de agitador Reynolds	Pr	0.53 kW	Potencia de motor	Pm	1 Hp
Potencia de los alabes	Pa	0.032 kw			
	Qa	3.25		Pr	

Variables					
Variable de ingreso			Variable salida		
Nombre	Representación	Valor	Nombre	Representación	Valor
kWh necesarios para subir la temperatura del agua		kw	Potencia de resistencia eléctrica		13.5 kw
kWh necesarios para subir la temperatura del tanque de acero	Qc	2.04 kw			
kWh de pérdida de las superficies por radiación, convección y evaporación de acero	Qlsac	2.25 kW			
kWh de pérdida de las superficies por radiación, convección y evaporación de agua	Qlsag	1.46 Kw			

Fuente: Elaboración propia

4.6.3. Diseño de la solución para sensibilidad de variables

A continuación, se muestra los principales datos a considerar para los cálculos respectivos y sus unidades:

Tabla N° 15. Cálculo de variables sensibles a hallar

Variables independientes que influyen en variable de entrada	
Variables de entrada que influyen en la potencia	
Potencia de motor	
N= velocidad de rotación	rev/s
P= densidad del fluido	Kg/m ³
u = viscosidad (Pa.s)	Pa.s
Da= Diámetro de turbina	M
gc = constante dimensional	Kg- m/N-s ²
N _{po}	
N_Re	
P=Potencia calculada	Hp
Potencia comercial escogida	Hp
Variables entrada que influyen en temperatura	
Potencia de resistencias eléctricas	
Tiempo de preparación	H
Calor específico del acero	Btu/lb/° F
Calor específico del agua	Btu/lb/° F
Peso específico del acero inoxidable	lb/pie ³
Peso del agua	lb/gal
Lbs = Peso del material en libras	Lb
Cp = Calor específico del material	Btu/lb/° F)
T final	°F
T inicial	°F
Radio	M

Diámetro	m
Altura	m
lbs de acero	Lbs
Área de tanque	pie ²
lbs de agua	gl
Área de las superficies en pies cuadrados	pie ²
LS = Factor de pérdida en vatios por pie ² a la temperatura final (W/pie ² /h de los gráficos).	w/pie ²
Q_A = kWh necesarios para elevar la temperatura del agua	Kw
Q_C = kWh necesarios para elevar la temperatura del tanque de acero	Kw
Q_{LS} agua= kWh de pérdida de las superficies por radiación, convección y evaporación	Kw
Q_{LS} acero= kWh de pérdida de las superficies por radiación, convección y evaporación	Kw
Calor necesario para el arranque	Kw

Fuente: Elaboración propia

4.6.4. Determinación de la potencia del agitador

Según FOUST A. (2014) en su libro Principios de operaciones unitarias Editorial Continental 2da Edición, para el cálculo de la potencia consumida por el impulsor, se usa dos números adimensionales: el número de Reynolds y el número de potencia, cuya relación se puede presentar para distintos impulsores por medio de la gráfica. El número de Reynolds se expresa en variables convenientes para la agitación de la siguiente manera:

$$N_{RE} = \frac{D_a^2 * N * \rho}{\mu}$$

Donde:

Da= diámetro del impulsor (m)

ρ = densidad del fluido (Kg/m³)

N= velocidad de rotación (rev/s)

μ = viscosidad (Pa.s)

Para en el caso de los productos de limpieza se asumirá el mayor valor de la densidad y la viscosidad de los mismos, tomando en consideración la densidad y viscosidad del jabón en gel de la línea fría:

La densidad del jabón en gel a 25° C es de 1140 Kg/m³

La viscosidad del jabón en gel a 25° C es de 5.5 Pa.s

La Velocidad de rotación requerida para el jabón en gel esta entre los 100 y 300 rpm, pero nosotros tomaremos un máximo de 200 rpm o 3,3 rev/s; al reemplazar en la ecuación nos da:

$$N_{Re} = \frac{(0.3 \text{ m})^2 * 3,3 \text{ rev/s} * 1140 \text{ Kg/m}^3}{5.5 \text{ Pa} - \text{s}}$$

$$N_{Re} = 61.56$$

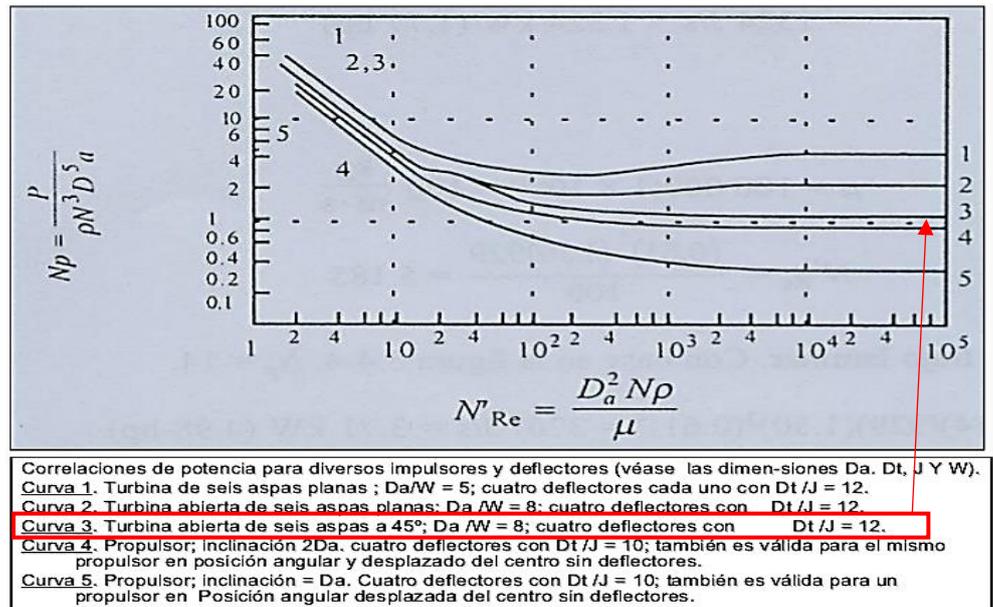


Figura N° 43. N_p VS N_{Re}

Fuente: Extraído del libro de Principios de operaciones unitarias FOUST A. (2014) Editorial Continental 2da Edición

En la gráfica anterior se muestra que curva utilizaremos la cual es el número 3 para hallar número de potencia (N_p) cuya fórmula es la siguiente:

$$N_p = \frac{P * g_c}{\rho * N^3 * D_a^5}$$

Donde:

D_a = diámetro del impulsor (m)

P = potencia (W)

N = velocidad de rotación (rev/s)

ρ = densidad del fluido (Kg/m^3)

μ = viscosidad (Pa.s)

g_c = constante dimensional ($\text{Kg}\cdot\text{m}/\text{N}\cdot\text{s}^2$)

Con el valor de N_{Re} para el impulsor de turbina de disco de 6 aspas inclinadas (curva de la gráfica) se obtiene N_p mediante interpolación en la siguiente gráfica:

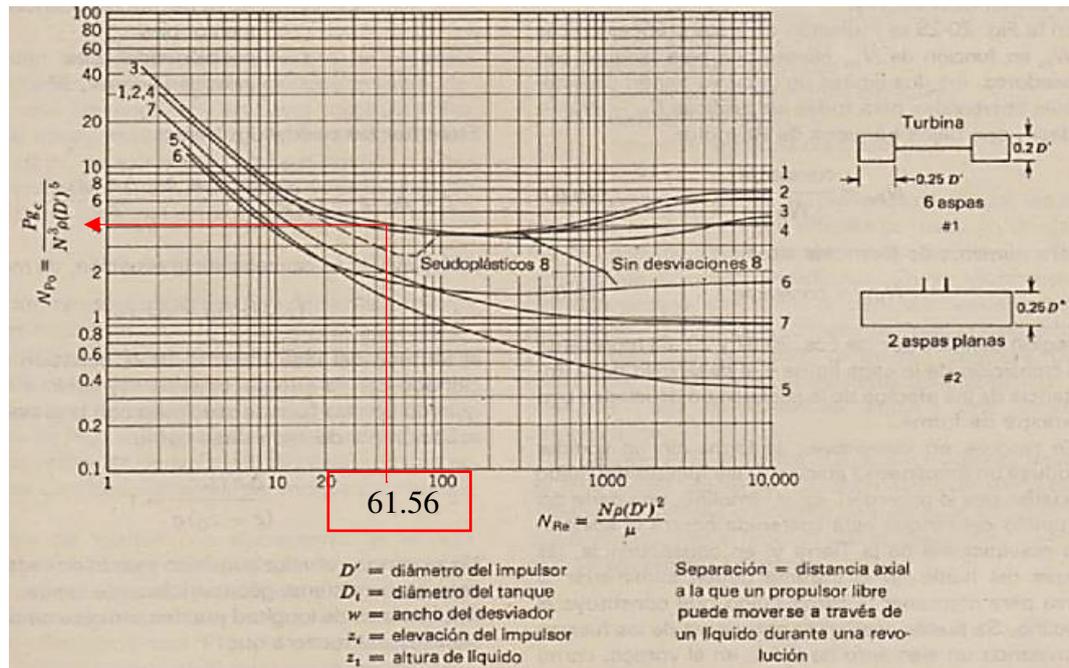


Figura N° 44. N_{Po} vs N_{Re}
 Fuente: Extraído del libro de Principios de operaciones unitarias FOUST A. (2014) Editorial Continental 2da Edición

$$N_{Po} = 4$$

Para calcular la correcta potencia en la parte horizontal se despeja la ecuación del número de potencia:

$$P = \frac{N_{Po}}{g_c} * \rho * N^3 * D_a^5$$

$$P = \frac{4}{1 \text{ Kg m} / \text{N s}^2} * 1140 \text{ Kg} / \text{m}^3 * (3,3 \text{ rev/s})^3 * (0.3 \text{ m})^5$$

$$P = 398,2 \text{ W} = 0,53 \text{ HP}$$

4.6.5. Determinar la potencia para los alabes de turbina

Como el impulsor gira con una velocidad angular constante $\omega = 200 \text{ RPM}$, la velocidad lineal de un diferencial de área varía con el radio, entonces es necesario replantear la siguiente ecuación en función del radio así:

$$F_D = \frac{1}{2} C_D \rho (\omega^2 r^2) (0.060 r)$$

Si se multiplica a los ambos lados de la anterior ecuación por dr y se realiza la integración entre los límites r_1 y r_2 se obtiene el correcto valor del momento con respecto al punto O' , así:

$$\int_{r_2}^{r_1} F_D dr = \int_{r_2}^{r_1} \frac{1}{2} C_D \rho (\omega^2 r^2) (0.060 r) dr$$

$$M_{O'} = \frac{1}{2} C_D \rho \omega^2 0.060 \int_{0.1125}^{0.150} r^3 dr$$

$$M_{O'} = \frac{1}{2} C_D \rho \left[\frac{2\pi (RPM)}{60} \right]^2 0.060 \int_{0.1125}^{0.150} r^3 dr$$

$$M_{O'} = \frac{1}{2} (1.2) (1140 \text{ Kg/m}^3) \left[\frac{2\pi (200)}{60} \right]^2 0.060 m x \left[\frac{0.150^4}{4} - \frac{0.1125^4}{4} \right]$$

$$M_{O'} = 1.557 \text{ Nm}$$

$$P_{a'} = M_{O'} \times W$$

$$P_{a'} = 1,557 \text{ Nm} \times 20.94 \text{ rad/s}$$

$$P_{a'} = 32,60 \text{ w}$$

El total de potencia solicitada para el motor es de:

$$P_{m'} = P_{agitador} + P_{alabes}$$

$$P_{m'} = 430,8 \text{ W} = 0.577 \text{ Hp}$$

Se considerará un factor de servicio para el motor es de:

Hp	Service Factor					
	Synchronous Speed, Rpm					
	3600	1800	1200	900	720	600
1/20	1.4	1.4	1.4	1.4	...	...
1/12	1.4	1.4	1.4	1.4	...	...
1/8	1.4	1.4	1.4	1.4	...	...
1/6	1.35	1.35	1.35	1.35	...	...
1/4	1.35	1.35	1.35	1.35	...	...
1/3	1.35	1.35	1.35	1.35	...	...
1/2	1.25	1.25	1.25	1.15*	...	...
3/4	1.25	1.25	1.15*	1.15*	...	...
1	1.25	1.15*	1.15*	1.15*	...	...
1-1/2-125	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*
150	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*
200	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	...
250	1.0	1.15*	1.15*	1.15*	...	...

Figura N° 45. Factor de Servicio de la norma NEMA MG-1
Fuente; Extraído de la norma NEMA MG-1

$$P_{m'} = 0.577 \text{ Hp} \times 1,15 = 0,663 \text{ Hp} = 1 \text{ Hp}$$

4.6.6. Determinación de los requisitos de energía calorífica y el calentamiento de líquidos

4.6.6.1. Pasos necesarios en la determinación de los totales requisitos de energía

La mayoría de los problemas en el calentamiento involucran tres pasos básicos:

- Determinar la correcta capacidad en kW que se necesita para llevar la aplicación hasta la adecuada temperatura de operación en el tiempo deseado.
- Calcular la correcta capacidad en kW necesaria para mantener la temperatura de operación uniforme.

- Seleccionar la adecuada cantidad y el tipo de calentadores necesarios para suministrar que se necesitan los kW.

4.6.6.2. Consideraciones de diseño para el calculo

Con el fin de calcular los requisitos de capacidad en kW inicial y de funcionamiento, se deben considerar los siguientes los items:

- Tiempo adecuado de calentamiento especificado
- Temperaturas adecuadas de arranque y funcionamiento
- Propiedades térmicas adecuadas del material(es) que se está calentando
- Peso exacto del material (es) que se están calentando
- Peso exacto del contenedor y el equipo que contiene el material que se está calentando
- Peso adecuado de la estructura del material (requisitos por hora)
- Calor exacto llevado lejos por los productos que se están procesando o los equipos pasando a través del área calentada
- Calor absorbido hallado debido a cambios de estado
- Propiedades térmicas y espesor del material aislante
- Pérdidas halladas de calor de la superficie del material y/o el contenedor hacia el circundante ambiente.

4.6.6.3. Determinación de calentamiento de agua para el proceso de elaboración de la línea caliente

Una de las aplicaciones de calentamiento eléctrico más común es el calentamiento de líquidos por inmersión directa. Para la determinación de la energía calorífica necesaria para el calentamiento de agua para la elaboración de la línea caliente de

los artículos de limpieza se requiere la determinación de los requisitos totales de energía de una aplicación por inmersión directa típica.

El tanque en forma cilíndrica tiene unas dimensiones de 90 cm de alto con un diámetro de 90 cm, no está aislado y tiene la parte superior abierta. El tanque está fabricado de acero inoxidable de 2 mm, con una capacidad de fabricación de 100 galones; según el procedimiento de fabricación primero se llena 12 galones de agua a 21 °C (70 °F) al inicio luego de ello se debe calentar a 82 °C (180 °F) en un tiempo mínimo de 30 min ya que el objetivo es proporcionar un calor uniforme al tanque en un tiempo mínimo y un costo menor.

Luego de llegar a temperatura adecuada se debe de ingresar los insumos y esperar la dilución de los mismos, este proceso tarda aproximadamente 15 minutos y luego se alimenta agua con una temperatura de 21 °C (70 °F) para completar dentro del tanque y la humedad relativa en el área o ambiente de trabaja será considerada la de la ciudad de Arequipa de 40 %. Además, se trabajará en unidades británicas ya que las gráficas de pérdidas de calor se encuentran en las mismas, además que solo se calculara la energía calorífica de arranque no la de funcionamiento ya que solo se requiere calentar el agua para diluir los insumos.

4.6.6.4. Requisitos totales para el proyecto de energía calorífica

El total de energía calorífica (Q_T) requerida para una aplicación particular es la correcta suma de un cierto número de variables. La ecuación de energía total básica es:

$$Q_T = Q_M + Q_L + \text{Factor de proteccion}$$

Donde:

Q_T = Total necesaria de energía necesaria en kilovatios

Q_L = Total necesaria de energía en kilovatios perdida de las superficies por conducción, convección, radiación, ventilación y evaporación.

Factor de protección = Del 5% a 25%

Q_M = Total necesaria de energía en kilovatios absorbida por la pieza de trabajo incluyendo el calor latente, estructura de los materiales, contenedores y equipos.

Mientras Q_T es expresada tradicionalmente en unidades Btu (Unidades Térmicas Británicas), es más recomendado usar vatios o kilovatios cuando se utiliza en calentadores eléctricos. La selección del equipo puede basarse directamente en la potencia de diseño del calentador. Las ecuaciones y cálculos están convertidos a vatios.

Para encontrar la correcta capacidad de calentamiento inicial (arranque):

$$Q = \left(\frac{Q_A + Q_C}{T} + \frac{Q_{LS}}{2} \right) (1 + SF)$$

Donde:

Q_S = La energía total necesaria en kilovatios

Q_C = kWh necesarios para aumentar la temperatura del tanque de acero

Q_{LS} = kWh de pérdida de las superficies por radiación, convección y evaporación

Q_A = kWh necesarios para aumentar la temperatura del agua

SF = Factor de protección

T = Duración del arranque en horas (3)

Calor específico necesario del acero = 0.12 Btu/lb/°F

Calor específico necesario del agua = 1.00 Btu/lb/°F

Peso específico necesario del acero inoxidable = 7,9 g/cm³
= 493,09 lb/pie³

Peso correcto del agua = 8.345 lb/gal

4.6.6.5. Ecuaciones básicas para el proyecto de la energía calorífica

Las ecuaciones siguientes perfilan los cálculos necesarios para determinar las variables en la ecuación de energía total anterior. Las siguientes ecuaciones se usan para determinar la energía calorífica absorbida por la pieza de trabajo y el equipo. En esta sección, se listan el calor específico y el calor latente de varios materiales en las tablas de propiedades de sólidos no metálicos, metales, líquidos, aire y gases. Además de ecuaciones que se usan para determinar las pérdidas de energía calorífica. Las pérdidas de energía calorífica de las superficies pueden calcularse usando los valores de las curvas en los gráficos de pérdidas de calor.

4.6.6.6. Ecuación para el proyecto de energía calorífica necesaria para aumentar la temperatura de los materiales (sin cambio de estado).

La temperatura requerida para la fabricación de artículos de limpieza de la línea caliente es de 82°C lo cual no requiere cambio de estado del agua, y la energía calorífica absorbida está calculado por el peso correcto de los materiales, el calor específico y el cambio en la temperatura.

$$Q_A = \frac{lbs \times C_p \times \Delta T}{3412 \text{ Btu/Kw}}$$

Donde:

Q_A = kWh necesario para elevar la temperatura

Lbs = Peso del material en libras

C_p = Calor específico del material (Btu/lb/°F)

ΔT = Cambio en la temperatura en °F [T2 (Final) - T1 (Inicial)]

kW para calentar el agua:

$$Q_A = \frac{lbs \times C_p \times \Delta T}{3412 \text{ Btu/Kw}}$$

$$Q_{\text{Agua}} = \frac{(12 \text{ gal} \times 8.345 \text{ lb/gal}) \times 1.0 \text{ Btu/lb} (180 - 70^\circ\text{F})}{3412 \text{ Btu/Kw}}$$

$$Q_A = 3.23 \text{ Kw}$$

kW para calentar el tanque de acero:

$$lbs \text{ de acero} = \text{Area} \times \text{Espesor} \times \text{Peso de acero}$$

$$\text{Area de tanque} = \text{Area de la base} + \text{Area lateral del tanque}$$

$$\text{Area de tanque} = \pi r^2 + \pi Dh$$

$$\text{Area de tanque} = \pi(0.45 \text{ m})^2 + \pi(0.90 \text{ m})(0.90 \text{ m})$$

$$\text{Area de tanque} = 3.18 \text{ m}^2 = 34.24 \text{ pie}^2$$

$$\begin{aligned} lbs \text{ de acero} &= 34.24 \text{ pie}^2 \times (0.375 \text{ plg}/12) \times 493,09 \text{ lb}/\text{pie}^3 \\ &= 527.58 \text{ lbs} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{Acero}} = \frac{527.58 \text{ lbs} \times 0.12 \text{ But/lb} (180 - 70^\circ\text{F})}{3412 \text{ Btu/kW}}$$

$$Q_{Acero} = 2.04 \text{ Kw}$$

4.6.6.7. Pérdida de calor de las superficies

$$Q_{LS} = L_{SW} + L_{SC}$$

Donde:

Q_{LS} = kWh de pérdida de todas las superficies

L_{SW} = Pérdidas de la superficie del agua

L_{SC} = Pérdidas de la superficie del tanque

L_{SW} = Pérdidas de la superficie del agua (Gráfica de pérdidas de calor de superficies acuosas, curva 2 fps a 40 % humedad relativa)

4.6.6.8. Ecuación correcta de pérdida de energía calorífica de las superficies.

La pérdida de energía calorífica de las superficies por radiación, convección y evaporación se determina a partir del área de superficie y el factor de pérdida en vatios por pie cuadrado por hora.

$$Q_{LS} = \frac{Area \times L_S}{1000W/Kw}$$

Donde:

Q_{LS} = kWh pérdida de las superficies por radiación, convección y evaporación

A = Área de las superficies en pies cuadrados

L_S = Factor de pérdida en vatios por pie² a la temperatura final (W/pie²/h de los gráficos).

Para determinar el factor de pérdidas se utilizará la gráfica de pérdidas de calor de superficies acuosas, curva 2 fps a 40 % humedad relativa.

Se determinará el factor a la temperatura de 82°C o 170 ° F

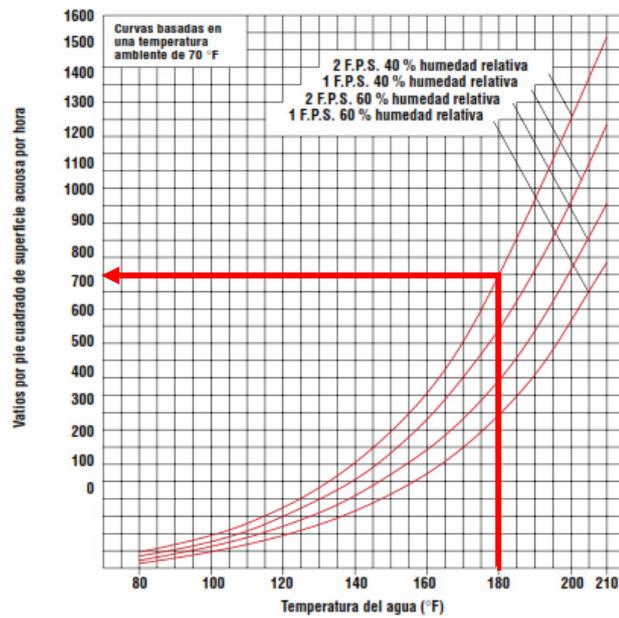
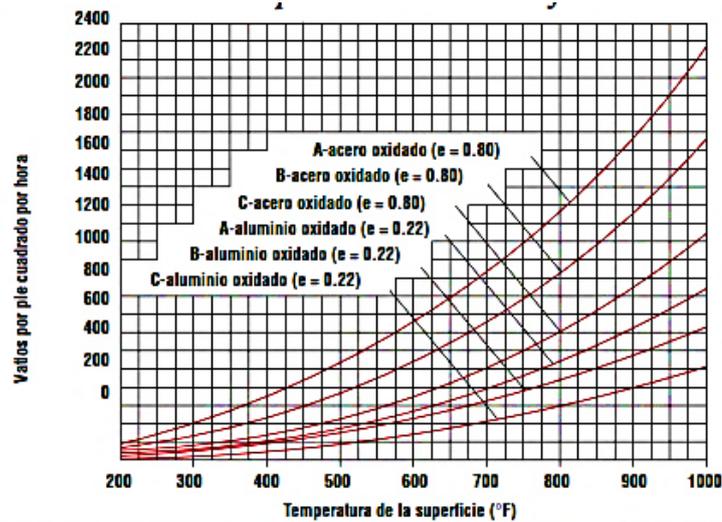


Figura N° 46. Pérdidas de calor de superficies acuosas
Fuente: Extraído de catálogo de información de chromalox: information/Heat-Loss-Calculations-and-Heater-Selection-Heat-Loss-sp

$$Q_{LS\ agua} = \frac{2.08\ pie^2 \times 700\ w/pie^2}{1000W/Kw} = 1.46\ kW$$

LSC = Pérdidas de superficie de las paredes no aisladas del tanque
(Gráfico Pérdidas de calor de superficies de metal no aisladas combinadas con pérdidas de la convección y la radiación)



La curva A muestra la pérdida de calor de superficies verticales de tanques, tuberías etc., y la parte de arriba de una superficie horizontal plana.

La curva B muestra la pérdida de calor combinada, tanto de la parte de arriba como la de debajo, de superficies horizontales planas.

La curva C muestra las pérdidas de calor sólo de las partes de abajo de superficies horizontales planas.

Todas las curvas están basadas en un aire estacionario (1 pie por segundo) a 21 °C (70 °F) °F, e = emisividad.

Figura N° 47. Pérdidas de calor de superficies de metal aisladas combinadas con pérdidas de la convección y la radiación

Fuente: Extraído de catálogo de información de chromalox: information/Heat-Loss-Calculations-and-Heater-Selection-Heat-Loss-sp

Nota: El gráfico anterior es difícil de leer para temperaturas superficiales por debajo de 121 °C (250 °F).

Para estimar las pérdidas de calor para temperaturas superficiales por debajo de 121 °C (250 °F), use la siguiente fórmula:

$$Q_{LS \text{ Acero}} = \frac{\text{Area de tanque} \times 0.6w/Pie^2 \times \Delta T(^{\circ}F)}{1000W/Kw}$$

$$Q_{LS \text{ Acero}} = \frac{34.24pie^2 \times 0.6w/Pie^2 \times (180 - 70^{\circ}F)}{1000W/Kw}$$

$$Q_{LS \text{ Acero}} = 2.25 Kw$$

4.6.6.9. Calor necesario para el arranque

$$Q = \left(\frac{Q_A + Q_C}{T} + \frac{Q_{LS}}{2} \right) (1 + SF)$$

$$Q = \left(\frac{3.23KW + 2.04 kW}{0.5 hrs} + \frac{1.46kW + 2.25kW}{2} \right) \times 1.05$$

$$Q = 13.01 Kw$$

Por ello se escogerá utilizar tres resistencias de 4,5 Kw con total de 13,5 Kw

4.7. Análisis de sensibilidad económica de costos del proyecto

4.7.1. Costo de implementación de proyecto

Los costos directos incluyen mano de obra directa, materiales y costos de maquinado mientras que los costos indirectos incluyen diseño de planos, así como de costos de investigación estos se detallan a continuación, para ello se considerara los costos directos e indirectos asi como los principales sistemas y subsistemas:

Tabla N° 16. Costo De Fabricación de taques reactores

Item	Concepto	Unidad de medida	Canti- dad	Precio unitario (soles)	Total parcial (soles)	Total general (soles)
A	COSTO DIRECTOS DE FABRICACION					6490,42
1	MANO DE OBRA DIRECTA					480,00
1,1	Técnico mecánico	Día	4,00	70,00	280,00	
1,2	Soldador	Día	4,00	50,00	200,00	
2	MATERIALES					5605,42
2,1	TANQUES REACTORES					1409,60
2,1,1	Plancha de acero inoxidable AISI 304 1,22 m x 2,44 m x 2 mm	Plancha	1,50	635,00	952,50	
2,1,2	Barra redonda de INOX AISI 304 de 3/8"	Metro	3,00	5,00	15,00	
2,1,3	Tubo acero negro DE 1 1/4 " cañería x 2.0 mm x 6 m	Varilla	1,00	31,00	31,00	
2,1,4	Electrodo INOX AW 3/32"	Kilo	0,50	64,80	32,40	
2,1,5	Soldadura Cellocord 1/8"	Kilo	1,00	12,00	12,00	
2,1,6	Juego de garruchas de 4 x 2 de 200 kilos por llanta	Juego	1,00	170,00	170,00	
2,1,7	Aporte 308 L TIG	Kilo	1,50	64,00	96,00	
2,1,8	Unión simple de acero inoxidable AISI 304 de 1" por 2"	Unidad	3,00	8,50	25,50	
2,1,9	Discos de desbaste de diámetro 5"	Disco	1,00	4,00	4,00	
2,1,10	Discos de corte de diámetro 5"	Disco	2,00	5,00	10,00	
2,1,11	Pernos de 3/8 de 1 1/2"	Unidad	0,60	16,00	9,60	

Item	Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario (soles)	Total parcial (soles)	Total general (soles)
2,1,12	Arandela plana de 3/8"	Unidad	0,10	16,00	1,60	
2,1,13	Plancha de acero galvanizado	Plancha	1	50,00	1,60	
2,2	SISTEMA DE AGITACION				1720,80	
2,2,1	Eje de acero inoxidable AISI 304 Ø 25,4mm X 900 mm	Unidad	1,00	95,00	95,00	
2,2,2	Plancha de acero inoxidable AISI 304 1,22 m x 2,44 m x 2 mm	Plancha	0,50	635,00	317,50	
2,2,3	Aporte 308 L TIG	Kilo	0,50	64,00	32,00	
2,2,4	Rodamiento de pared SKF de bola axial 51105 x Ø 25,4 mm	Unidad	1,00	150,00	150,00	
2,2,5	Angulo de acero negro 1.1/2" x 1/8" x 2mm x 6m	Varilla	1,50	45,00	67,50	
2,2,6	Pernos de 3/8" de 1 1/2"	Unidad	0,60	8,00	4,80	
2,2,7	Soldadura Cellocord 1/8"	Kilo	2,00	12,00	24,00	
2,2,8	MOTOR MONOFASICO YL-801-4 B5 1HP 220V 60Hz	Unidad	1,00	400,00	400,00	
2,2,9	VARIADOR 1HP VFD007L21B DELTA entrada monofásica y salida trifásica 220V.	Unidad	1,00	400,00	400,00	
2,2,10	Acople de mandíbula SKF PHE L100HUB-25MM	Unidad	1	200,00	200,00	
2,2,11	Discos de desbaste de diámetro 5"	Disco	1,00	4,00	4,00	
2,2,12	Discos de corte de diámetro 5"	Disco	2,00	5,00	10,00	
2,2,13	Chaveta cuadrada de 1/4" x 30 mm de acero De Bajo Contenido De Carbono ASTM A-36	Unidad	6,00	1,20	7,20	

Item	Concepto	Unidad de medida	Canti- dad	Precio unitario (soles)	Total parcial (soles)	Total general (soles)
2,3	SISTEMA DE CALENTAMIENTO				135,00	
2,3,1	Resistencias eléctricas para terma de 4500 W x 1"	Unidad	3,00	45,00	135,00	
2,4	SISTEMA DE FLUJO				1255,60	
2,4,1	Electroválvula solenoide DANFUSS de 1" x 220 V	Unidad	4,00	200,00	800,00	
2,4,2	Tubería de HIDRO de 1"	Metro	2,00	4,80	9,60	
2,4,3	Reducción de HIDRO de 1" a 1/2"	Unidad	2,00	3,00	6,00	
2,4,4	Codos de HIDRO de 1"	Unidad	4,00	5,00	20,00	
2,4,5	Sensor de nivel tipo boya	Unidad	1,00	60,00	60,00	
2,4,6	Sensor Capacitivo con función teach	Unidad	2,00	180,00	360,00	
2,5	SISTEMA DE AUTOMAZACION Y ELECTRICO				1094,42	
2,5,1	Módulos Para PLC S7 300. 4 Módulos 1 Analogic Y 3 Digitale	Unidad	1,00	500,00	500,00	
2,5,2	Contactador monofásico de 20 A	Unidad	1,00	24,00	24,00	
2,5,3	Pulsador color rojo NA con borde metálico	Unidad	1,00	5,00	5,00	
2,5,4	Pulsador color Verde NA con borde metálico	Unidad	3,00	5,00	15,00	
2,5,5	Botonera de emergencia	Unidad	1,00	10,00	10,00	
2,5,6	Lámpara Rojo de 220Vac	Unidad	1,00	5,00	5,00	
2,5,7	Lámpara Verde de 220Vac	Unidad	3,00	5,00	15,00	
2,5,8	RielDin	Unidad	1,00	10,00	10,00	

Item	Concepto	Unidad de medida	Canti- dad	Precio unitario (soles)	Total parcial (soles)	Total general (soles)
2,5,9	Cable TW 14 AWG	Metro	0,18	20,00	3,62	
2,5,10	Relay de 24 V DC de 50 W con cable monofásico	Unidad	45,00	8,00	360,00	
2,5,11	Tablero 04x30x15	Unidad	1,00	80,00	80,00	
2,5,12	Canaleta Cerrada 100x60mm Blanco Satra	Metro	8,00	2,10	16,80	
2,5,13	Interruptor Termomagnético Sassin 6 ^a	Unidad	2,00	25,00	50,00	
3	COSTOS DE MAQUINADO					405,00
3,1	Alquiler por hora de Maquina de soldar por arco eléctrico	Hora-Hombre	3,00	45,00	135,00	
3,2	Alquiler por hora Maquina de soldar por arco TIG	Hora-Hombre	3,00	45,00	135,00	
3,3	Torneado por hora	Hora-Hombre	3,00	45,00	135,00	
B	COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION					935,00
1	Diseño de planos	Unidad	5,00	90,0	450,0	
2	Impresión de planos	Unidad	5,00	7,0	35,0	
3	Diseño de la programación del sistema automatizado	Unidad	3,00	50,0	150,0	
4	Costo de investigación	Hora-Hombre	1,00	300,0	300,0	
	COSTOS TOTALES DE LA CONSTRUCCION					7425,42

Fuente: Elaboración propia

4.7.2. Evaluación de indicadores económicos de diseño del sistema

4.7.2.1. Determinación de TMAR

La influencia de la TMAR en el cálculo del VAN es determinante. Tanto que si se toman como referencia los datos anteriores, interesante observar como varia el VAN al variar la TMAR.

Suponer que el inversionista se vuelve más exigente y fija un valor de $TMAR=25\%$, lo que significa pedir más rendimiento a su inversión.

- Después evaluar con una $TMAR=15\%$
- Al final realizar un análisis

$$TMAR = i + f + if$$

Donde:

i =premio al riesgo

f =inflación

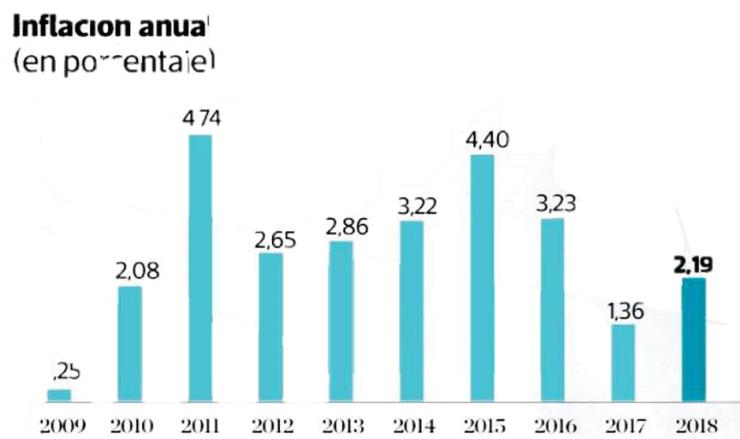


Figura N° 48. Tasa de inflación de los últimos años

Fuente: Extraído de artículo de ministerio de economía 2018

Tabla N° 17. Premio de riesgo

Tipo de riesgo	i = premio al riesgo
Bajo	1 a 10%
Medio	11 a 20%
Alto	>20%

Fuente: Extraído de artículo de ministerio de economía 2018

Se determinará el TMAR basándose en el promedio de las tasas de inflación:

Tabla N° 18. Calculo de TMAR

Año	Inflacion %	100% + Inflación anual acumulada %
2015	4,40	104,40
2016	3,23	103,23
2017	1,36	101,36
2018	2,19	102,19
2019	3,00	103,00
f= inflación media anual		2,83%
i=premio al riesgo/año		12%
TMAR		15%

Fuente: Elaboración propia

4.7.2.2. Determinación de VAN

El valor actual simplemente se define a traer del futuro al presente cantidades monetarias a un correcto valor equivalente. Cuando se trasladan cantidades del presente al futuro, se dice que se utiliza una tasa de interés

Pero cuando se trasladan cantidades del futuro al presente, como en el cálculo del VAN, se dice que se utiliza una tasa de descuento por lo cual a los flujos de efectivos ya trasladados al presente se les llama flujos descontados.

$$VAN = I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Dónde:

I_0 = Inversión Inicial

C_t = costos incurridos durante el periodo t

r = tasa social de descuento

t = periodo

La tasa de descuento anual del 10%, debe de calcularse la tasa de descuento mensual.

$$1 + r = (1 + r_{12})^{12}$$

Dónde:

r = tasa social de descuento anual 0.10

r_{12} = tasa de descuento mensual.

$$1 + 0.10 = (1 + r_{12})^{12}$$

$$r_{12} = 0.78 \%$$

Si:

- $VAN > 0$, los ingresos son mayores a los egresos
- $VAN = 0$, los ingresos son iguales a los egresos
- $VAN < 0$, los ingresos son menores a los egresos

Se recopilará la información de la ganancia de los últimos 5 años:

Tabla N° 19. Flujo neto efectivo de los últimos 5 años

Año	Unidad	Cantidad	Costos de fabricación	Venta	Flujo neto efectivo
2015	Galón	508	s/. 4.066,63	s/. 7.624,93	s/. 3.558,30
2016	Galón	607	s/. 4.859,80	s/. 9.112,12	s/. 4.252,32
2017	Galón	794	s/. 6.348,83	s/. 11.904,05	s/. 5.555,22
2018	Galón	1133	s/. 9.066,93	s/. 17.000,50	s/. 7.933,57
2019	Galón	1769	s/. 14.155,30	s/. 26.541,19	s/. 12.385,89
Suma neta			s/. 38.497,48	s/. 72.182,78	s/. 33.685,30

Fuente: Elaboración propia

Con los datos de TMAR y flujo neto efectivo se determinará el VAN:

Tabla N° 20. Determinación de VAN

Nº	FNE	(1+i)^	FNE/(1-i)^
0	-7425,41745		-7425,42
1	3558,30143	1,15	3094,18
2	4252,32273	1,32	3215,37
3	5555,22231	1,52	3652,65
4	7933,56547	1,75	4536,04
5	12385,8871	2,01	6157,97
VAN			13230,79

Fuente: Elaboración propia

VAN > 0, los ingresos son mayores a los egresos

4.7.2.3. Determinación de TIR

La TIR es la tasa de descuento que hace el VAN=0

$$TIR = I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{F_n}{(1+r)^t}$$

Dónde:

Io = Inversión Inicial

Fn = Flujo de caja en el periodo nr = tasa social de descuento

t = periodo

La tasa de descuento anual del 15%, debe de calcularse la tasa de descuento mensual. Si:

-TIR >TMAR acéptese la inversión

-TIR < TMAR rechácese la inversión

Tabla N° 21. Determinación del TIR

Tasa interna de retorno	
Tasa de descuento	VAN
0%	26259,88
5%	20850,86
10%	16606,83
15%	13230,79
20%	10511,26
25%	8295,18
30%	6470,10
35%	4952,24
40%	3678,41
43%	3010,69
45%	2600,37
50%	1680,88
55%	890,92
60%	207,62
65%	-387,17
70%	-907,97
75%	-1366,52
80%	-1772,36
TIR	61,67%

Fuente: Elaboración propia

Se realizará el análisis grafico del VAN con el TIR

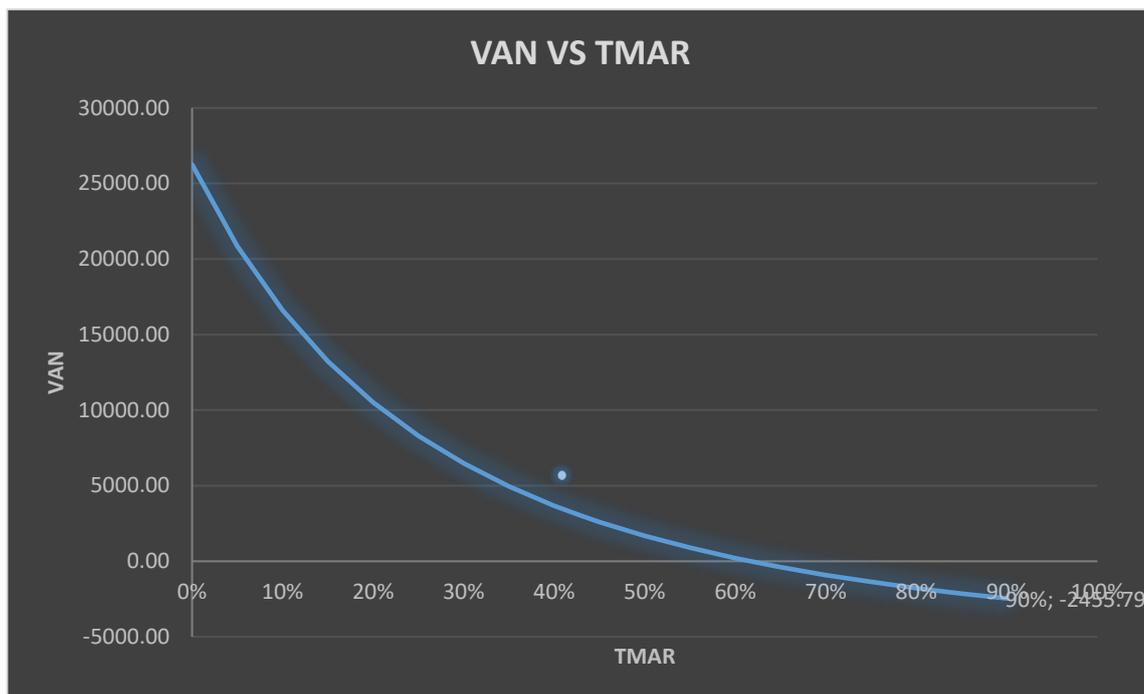


Figura N° 49. Análisis gráfico de VAN vs TMAR
Fuente: Elaboración propia

TIR= 61,67% >TMAR =15% acéptese la inversión

CONCLUSIONES

PRIMERA Se desarrolló el análisis de soluciones mediante cuadros de exigencias, análisis técnico económico, matriz morfológica y Evaluación técnica de alternativas para tanque reactor basándose en norma VDI 2225, considerando la alternativa 2 como la más viable.

SEGUNDA Se desarrolló y calculo el análisis de sensibilidad de variables mediante el árbol de sistemas de proyecto, lista de exigencias, mapas de procesos y descomposición del problema a través de una caja negra, diseño de estructura de funciones e interacción del sistema de maquina mezcladora de artículos de limpieza identificando que se requiere un motor de 1 hp y 3 resistencias con una capacidad total calorífica de 13 kw.

TERCERA Se determinó los costos del proyecto y la Evaluación de indicadores económicos de diseño del sistema y el análisis de sensibilidad de variables económicas del proyecto mediante el análisis del $TIR = 61,67\% > TMAR = 15\%$ aceptándose la inversión y que el proyecto es viable.

RECOMENDACIONES

PRIMERA Para realizar los cálculos de selección de componentes se deben de seleccionar teniendo en cuenta un factor de seguridad o tomar en cuenta un valor posterior para una selección adecuada.

SEGUNDA Desarrollar una programación PID en PLC para el control exacto de temperatura y rpm del motor.

TERCERA Desarrollar un plan de producción dependiendo la demanda de productos considerando un plan de mantenimiento.

CUARTA Desarrollar procedimientos de operación estándar para el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo y así poder lograr que funcione en condiciones óptimas y alargar su tiempo de vida útil.

QUINTA A futuro calcular los parámetros de las variables de proceso adecuados de cada producto por medio de la utilización del diseño experimental explicado considerando mayor importancia a las variables de tiempo de residencia y agitación.

BIBLIOGRAFIA

MOUMBRA Y, J. (2004). *Mantenimiento Centrado en la confiabilidad*. Madrid, España: Ellmann, Sueiro y asociados.

TECSUP. (2012). *Gestión de mantenimiento*. Arequipa, Perú: TECSUP.

TECSUP. (2012). *Mecánica de fluidos*. Arequipa, Perú: TECSUP.

BROWN G. (1956). *Unit Operations*; John Wiley and Sons, Inc.; Estados Unidos; Sexta Edición

CÁRDENAS F; GÉLVEZ C. (1996); *Química y Ambiente*; Mc Graw Hill; Colombia; Sexta Edición.

PERRY R. (1999).; *Chemical Engineers' Handbook*; Mc Graw Hill; Séptima Edición; Estados Unidos;

VIAN A., OCÓN J. (1976). *Elementos de Ingeniería Química*; Aguilar S.A.; Quinta Edición; España;

FOUST A. (1990), *Principios de Operaciones Unitarias*; Editorial Continental; Segunda Edición; México.

BADGER W., BANCHERO J. (1955) *Introduction to Chemical Engineering*; McGraw Hill; Estados Unidos;

BAUMEISTER T., AVALLONE E., BAUMEISTER III. (1995) *Manual del Ingeniero Mecánico*; McGraw Hill; Octava. Edición; México.

FOX R., ALAN M. (1989) *Introducción a la Mecánica de Fluidos*; McGraw-Hill; Segunda Edición; México; 1989.

GARCÍA P (2010) *Un proceso general de diseño en Ingeniería Mecánica*; México

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Tabla N° 22. Matriz de consistencia para el trabajo de investigación

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	CONCLUSIONES																		
<p>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Existe algún análisis técnico y económico de variables que influyen en el diseño de reactores para la producción de artículos de limpieza para mejorar la presentación y venta de producto de limpieza?</p> <p>FORMULACIÓN DE PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>- ¿Existe algún tipo de análisis técnico económico que influyen en el diseño y fabricación de artículos de limpieza?</p> <p>- ¿Existe algún tipo de análisis de sensibilidad de variables que influyen en el diseño y fabricación de artículos de limpieza?</p> <p>- ¿Existe en el mercado local algún tipo de análisis de sensibilidad económica que influyen en el diseño y fabricación de artículos de limpieza?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar, calcular y diseñar las variables técnicas y económicas que influyen en la producción de artículos de limpieza que generar inconvenientes en la presentación y venta de producto de limpieza</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>- Determinar, diseñar y calcular el análisis técnico económico que influyen en el diseño y fabricación de artículos de limpieza, mediante matriz morfológica y análisis VDI</p> <p>- Determinar, analizar y calcular el análisis de sensibilidad de variables que influyen en el diseño y fabricación de artículos de limpieza mediante cálculos de potencia de motor y potencia de resistencias eléctricas.</p> <p>- Determinar y analizar el análisis de sensibilidad de variables económicas del proyecto mediante el análisis del VAN y el TIR</p>	<p>El diseño, implementación y análisis técnico económico de tanques reactores, sistema de agitación y calentamiento para la elaboración de artículos de limpieza en la empresa CORVELS S.R.L, mejorara la calidad en viscosidad, uniformidad y ventas del producto, modificando el proceso industrial, implementando nueva tecnología, incrementando la rentabilidad de la empresa.</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">VARIABLE INDEPENDIENTE</th> <th style="text-align: left;">DIMENSION</th> <th style="text-align: left;">INDICADOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="vertical-align: top;">Diseño, Implementación y Análisis Técnico de Tanques de reactores</td> <td rowspan="2" style="vertical-align: top;">Exigencias de proyecto de diseño mecánica</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Geometría • Fuerzas • Energía • Señales y control • Materiales • Fabricación y montaje • Vida y mantenimiento • Costo </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">DEPENDIENTE</th> <th style="text-align: left;">DIMENSION</th> <th style="text-align: left;">INDICADOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="vertical-align: top;">Calidad</td> <td style="vertical-align: top;">Potencia de motor</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Potencia de agitador Reynolds • Potencia de los alabes </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Potencia de resistencia eléctrica</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • kWh necesarios para elevar la temperatura del agua • kWh necesarios para elevar la temperatura del tanque de acero • kWh de pérdida de las superficies por radiación, convección y evaporación de acero • kWh de pérdida de las superficies por radiación, convección y evaporación de agua </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Rentabilidad</td> <td style="vertical-align: top;">Costos de proyecto</td> <td style="vertical-align: top;">TMAR, TIR, VAN</td> </tr> </tbody> </table> </td> </tr> </tbody> </table>	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSION	INDICADOR	Diseño, Implementación y Análisis Técnico de Tanques de reactores	Exigencias de proyecto de diseño mecánica	<ul style="list-style-type: none"> • Geometría • Fuerzas • Energía • Señales y control • Materiales • Fabricación y montaje • Vida y mantenimiento • Costo 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">DEPENDIENTE</th> <th style="text-align: left;">DIMENSION</th> <th style="text-align: left;">INDICADOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="vertical-align: top;">Calidad</td> <td style="vertical-align: top;">Potencia de motor</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Potencia de agitador Reynolds • Potencia de los alabes </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Potencia de resistencia eléctrica</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • kWh necesarios para elevar la temperatura del agua • kWh necesarios para elevar la temperatura del tanque de acero • kWh de pérdida de las superficies por radiación, convección y evaporación de acero • kWh de pérdida de las superficies por radiación, convección y evaporación de agua </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Rentabilidad</td> <td style="vertical-align: top;">Costos de proyecto</td> <td style="vertical-align: top;">TMAR, TIR, VAN</td> </tr> </tbody> </table>	DEPENDIENTE	DIMENSION	INDICADOR	Calidad	Potencia de motor	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia de agitador Reynolds • Potencia de los alabes 	Potencia de resistencia eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • kWh necesarios para elevar la temperatura del agua • kWh necesarios para elevar la temperatura del tanque de acero • kWh de pérdida de las superficies por radiación, convección y evaporación de acero • kWh de pérdida de las superficies por radiación, convección y evaporación de agua 	Rentabilidad	Costos de proyecto	TMAR, TIR, VAN	<p>El presente estudio responde a los propósitos de diseño no experimental, de nivel descriptivo. Las unidades de observación estuvieron constituidas por el análisis de sensibilidad técnica y económica. Se utilizó la técnica de observación monumental de campo directa, utilizando fichas de observación e instrumentos de medición. La fuente de información se obtuvo de datos primarios provenientes de la evaluación de los equipos en mención.</p>	<p>- Se desarrolló el análisis de soluciones mediante cuadros de exigencias, análisis técnico económico, matriz morfológica y Evaluación técnica de alternativas para tanque reactor basándose en norma VDI 2225, considerando la alternativa 2 como la más viable.</p> <p>- Se desarrolló y calculo el análisis de sensibilidad mediante el árbol de sistemas de proyecto, lista de exigencias, mapas de procesos y descomposición del problema a través de una caja negra, diseño de estructura de funciones e interacción del sistema de maquina mezcladora de artículos de limpieza identificando que se requiere un motor de 1 hp y 3 resistencias con una capacidad total calorífica de 13 kw.</p> <p>- Se determinó los costos del proyecto y la Evaluación de indicadores económicos de diseño del sistema y el análisis de sensibilidad de variables económicas del proyecto mediante el análisis del TIR= 61,67% >TMAR =15% aceptándose la inversión y que el proyecto es viable.</p>
VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSION	INDICADOR																					
Diseño, Implementación y Análisis Técnico de Tanques de reactores	Exigencias de proyecto de diseño mecánica	<ul style="list-style-type: none"> • Geometría • Fuerzas • Energía • Señales y control • Materiales • Fabricación y montaje • Vida y mantenimiento • Costo 																					
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">DEPENDIENTE</th> <th style="text-align: left;">DIMENSION</th> <th style="text-align: left;">INDICADOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="vertical-align: top;">Calidad</td> <td style="vertical-align: top;">Potencia de motor</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Potencia de agitador Reynolds • Potencia de los alabes </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Potencia de resistencia eléctrica</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • kWh necesarios para elevar la temperatura del agua • kWh necesarios para elevar la temperatura del tanque de acero • kWh de pérdida de las superficies por radiación, convección y evaporación de acero • kWh de pérdida de las superficies por radiación, convección y evaporación de agua </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Rentabilidad</td> <td style="vertical-align: top;">Costos de proyecto</td> <td style="vertical-align: top;">TMAR, TIR, VAN</td> </tr> </tbody> </table>	DEPENDIENTE	DIMENSION	INDICADOR	Calidad	Potencia de motor	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia de agitador Reynolds • Potencia de los alabes 	Potencia de resistencia eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • kWh necesarios para elevar la temperatura del agua • kWh necesarios para elevar la temperatura del tanque de acero • kWh de pérdida de las superficies por radiación, convección y evaporación de acero • kWh de pérdida de las superficies por radiación, convección y evaporación de agua 	Rentabilidad	Costos de proyecto	TMAR, TIR, VAN										
DEPENDIENTE	DIMENSION	INDICADOR																					
Calidad	Potencia de motor	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia de agitador Reynolds • Potencia de los alabes 																					
	Potencia de resistencia eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • kWh necesarios para elevar la temperatura del agua • kWh necesarios para elevar la temperatura del tanque de acero • kWh de pérdida de las superficies por radiación, convección y evaporación de acero • kWh de pérdida de las superficies por radiación, convección y evaporación de agua 																					
Rentabilidad	Costos de proyecto	TMAR, TIR, VAN																					

Fuente: Elaboración propia

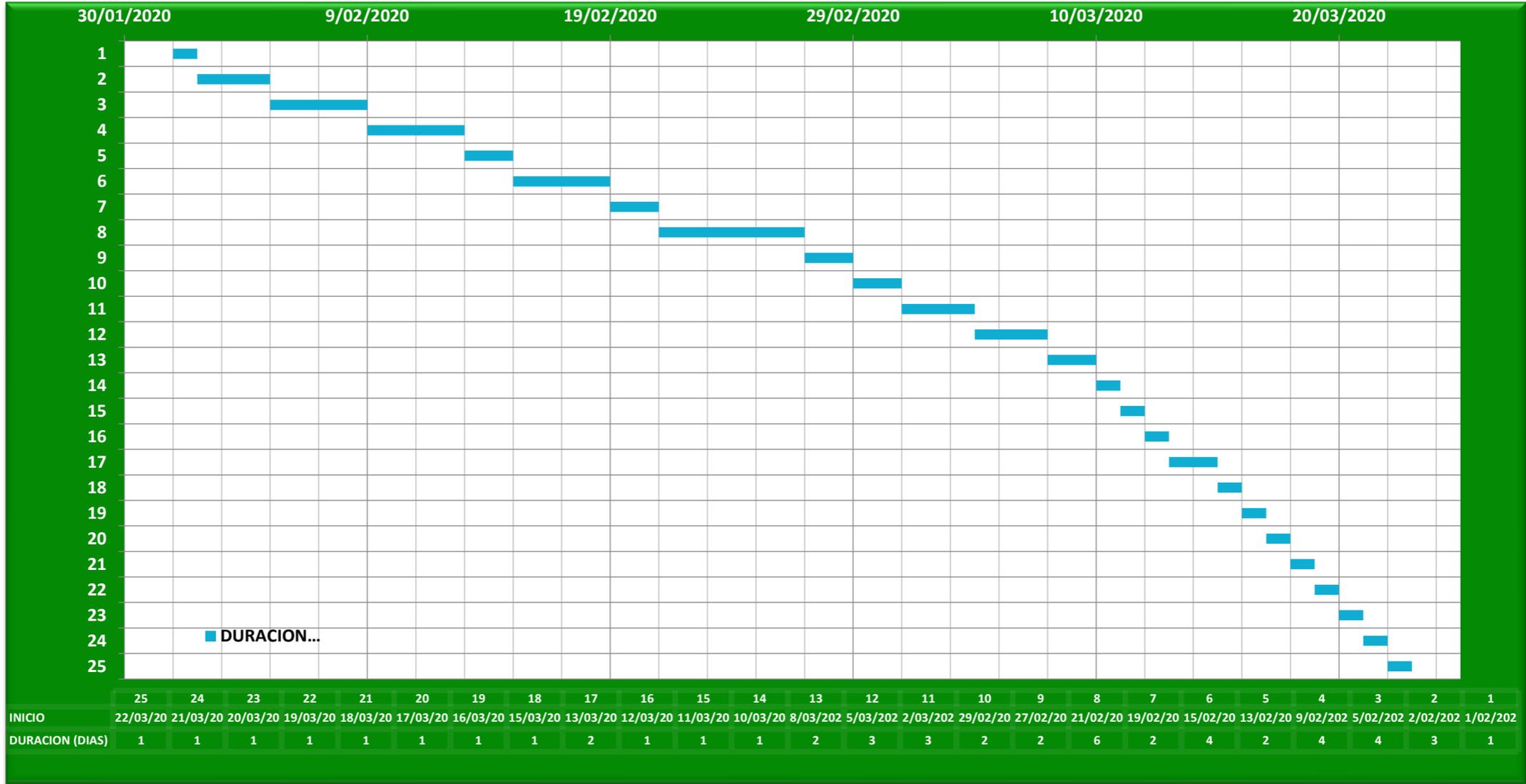
Anexo 2: Cronograma de actividades y Diagrama de Gantt

Tabla N° 23. Cronograma de actividades para el proyecto

ACTIVIDADES	DESCRIPCION	INICIO	DURACION (DIAS)	FIN
1	Visita a la empresa e identificación de sus rubro y proceso.	01/02/2020	1	02/02/2020
2	Identificación de las actividades del proceso de producción que realizan la empresa.	02/02/2020	3	05/02/2020
3	Identificación de los problemas actuales en el área de producción y ventas.	05/02/2020	4	09/02/2020
4	Análisis de las posibles soluciones al problema.	09/02/2020	4	13/02/2020
5	Desarrollo de diagrama de flujos de la operación.	13/02/2020	2	15/02/2020
6	Desarrollo de un diagnóstico de la implementación de soluciones: Matriz morfológica y análisis de sensibilidad de variables técnicas y económicas	15/02/2020	4	19/02/2020
7	Sustentación y aprobación de la empresa para la ejecución del proyecto con el análisis adecuado de soluciones	19/02/2020	2	21/02/2020
8	Toma y análisis de base de datos proporcionado por la empresa	21/02/2020	6	27/02/2020
9	Análisis de problemática, objetivos, antecedentes y aspectos filosóficos de la empresa	27/02/2020	2	29/02/2020
10	Delimitar los principales objetivos generales y específicos así como las variables a analizar	29/02/2020	2	02/03/2020
11	Desarrollo y análisis de la metodología y alcance de la investigación	02/03/2020	3	05/03/2020
12	Desarrollo y análisis de las técnicas e instrumentos de recopilación de datos	05/03/2020	3	08/03/2020
13	Desarrollo y análisis del árbol del sistema, lista de exigencias, mapa de procesos del proyecto	08/03/2020	2	10/03/2020
14	Desarrollo de matriz morfológica de 2 alternativas de solución	10/03/2020	1	11/03/2020
15	Desarrollo y análisis técnico del proyecto mediante la NORMA VDI 2225	11/03/2020	1	12/03/2020

16	Desarrollo y análisis económico del proyecto mediante la NORMA VDI 2225	12/03/2020	1	13/03/2020
17	Desarrollo y determinación de sensibilidad de variables técnicas del proyecto	13/03/2020	2	15/03/2020
18	Determinación de potencia de agitador	15/03/2020	1	16/03/2020
19	Determinación la potencia para los alabes de turbina	16/03/2020	1	17/03/2020
20	Determinación de los requisitos de energía calorífica	17/03/2020	1	18/03/2020
21	Determinación del análisis de sensibilidad económica del proyecto	18/03/2020	1	19/03/2020
22	Desarrollo y comparación de variables económicas VAN VS TIR	19/03/2020	1	20/03/2020
23	Análisis de resultados del trabajo de investigación	20/03/2020	1	21/03/2020
24	Análisis de conclusiones, recomendaciones y matriz de consistencia	21/03/2020	1	22/03/2020
25	Desarrollo de informe y presentación final	22/03/2020	1	23/03/2020

Fuente: Elaboración propia



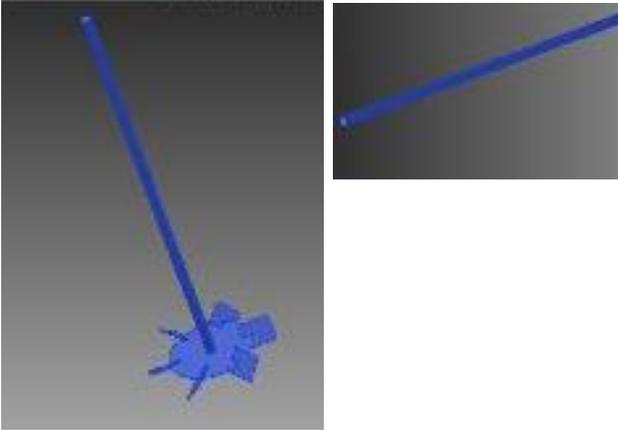
Anexo 3: Recomendaciones para el proceso de construcción a futuro

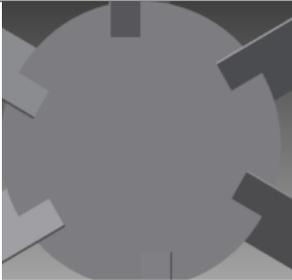
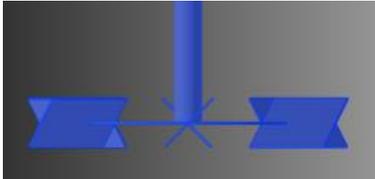
Para la futura construcción del equipo debemos de considerar lo siguiente:

- Se debe de usar todos los materiales recomendados tanto en la parte estructural como instalación eléctrica para la automatización.
- Construir cada parte del proyecto de manera secuencial empezando por la parte mecánica, luego por los actuadores mecanico-electricos, las instalaciones eléctricas y al final la automatización.
- Considerar una buena instalación del sistema de agitación dando un ajuste adecuado al rodamiento y una instalación adecuada del acople de mandíbulas.
- Mantener sumo cuidado en la instalación de los sensores de nivel y sensores capacitivos.

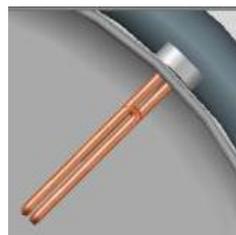
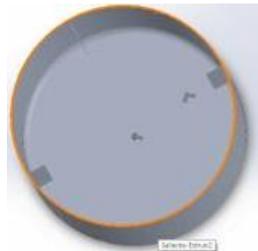
A continuación, desarrollamos las operaciones y procesos de manufactura principales recomendadas para la construcción del equipo a futuro considerando los ítems de los valores económicos de costos de proyecto, esto puede ayudar a futuro a la construcción del reactor para así mejorar la calidad del producto:

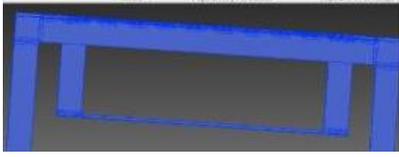
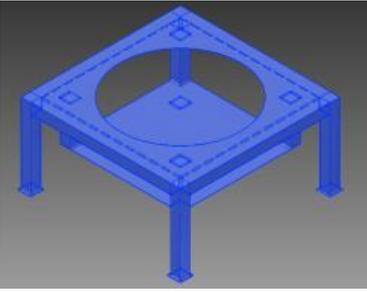
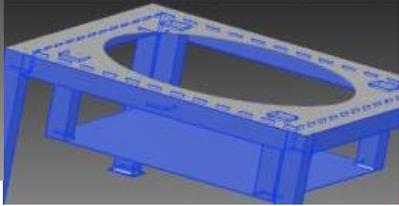
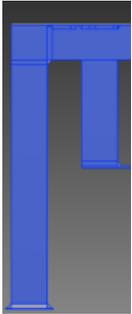
Tabla N° 24. Pasos secuenciales para la construcción del proyecto

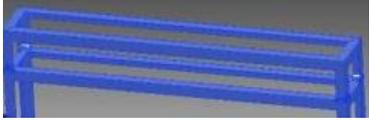
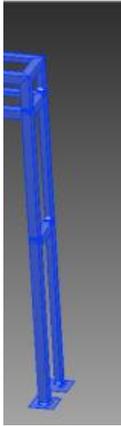
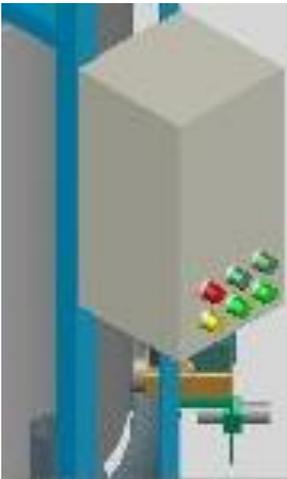
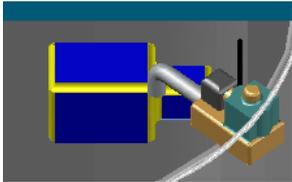
Sistema	Elemento	Operación
Agitador	Eje	Dimensionado
		<hr/> Torneado a la dimensión del eje de motor
		<hr/> Cortado
		<hr/> Soldado con TIG al disco de turbina
	Disco de turbina	Dimensionado

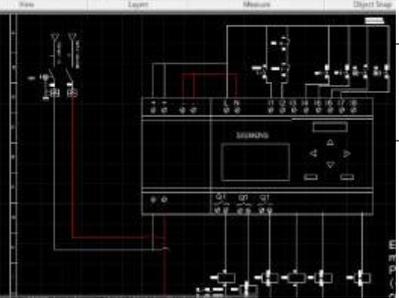
Sistema	Elemento	Operación
		<p data-bbox="1166 275 1430 309">Cortado por oxicorte</p> <hr/> <p data-bbox="1166 573 1485 651">Torneado la circunferencia</p> <hr/> <p data-bbox="1166 869 1485 947">Torneado de las aristas vivas</p>
	<p data-bbox="774 1167 1018 1200">Aspas de la turbina</p> 	<p data-bbox="1166 1167 1353 1200">Dimensionado</p> <hr/> <p data-bbox="1166 1462 1430 1496">Cortado por oxicorte</p>

Sistema	Elemento	Operación	
		Soldado con TIG al Disco de turbina	
Tanque reactor	Plancha de circunferencia	Dimensionado Cortado por oxicorte Soldado con TIG a tope de las aristas opuestas	
	Base del tanque reactor	Dimensionado Cortado por oxicorte Embutido de la base para lograr un ángulo de contacto Soldado con TIG con la plancha de circunferencia	
	Deflectores	Dimensionado Cortado por oxicorte Torneado de las aristas vivas Soldado con TIG con la plancha de circunferencia de manera vertical	
	Instalación de accesorios para electroválvulas y resistencias	Trazado Taladrado Limado Corte de uniones simples para accesorias Soldado con TIG con la plancha de circunferencia	



Sistema	Elemento	Operación
Bastidor del tanque reactor	Base del bastidor	Dimensionado Cortado con esmeril Rectificado con esmeril y disco de desbaste
		
	Plancha de soporte de tanque	Dimensionado Cortado con esmeril Rectificado con esmeril y disco de desbaste
		Dimensionado de la circunferencia Cortado por oxicorte de la circunferencia Rectificado con esmeril y disco de desbaste
		Soldado de L para los sensores capacitivos
	Columna del bastidor	Dimensionado Cortado por con esmeril Rectificado con esmeril y disco de desbaste
		Soldado de los distintos perfiles para el ensamblaje entre base y columna Soldado de planchas para la colocación de garruchas
Bastidor del motor	Base del bastidor	Dimensionado Cortado por con esmeril Rectificado con esmeril y disco de desbaste

Sistema	Elemento	Operación
		<p>Taladrado para la colocación del motor vertical en un perfil como para la colocación de rodamiento</p>
	<p>Columna del bastidor</p> 	<p>Dimensionado</p> <p>Cortado por con esmeril</p> <p>Rectificado con esmeril y disco de desbaste</p> <p>Taladrado para la colocación del tablero eléctrico</p> <p>Soldado de los distintos perfiles para el ensamblaje entre base y columna</p> <p>Soldado de planchas para la colocación de garruchas</p> <p>Limpieza y pintado de bastidor</p>
<p>Sistema de automatizacion</p> 	<p>de Sensores</p> 	<p>Identificar su Voltaje y amperaje</p> <p>Identificar las entradas al PLC</p> <p>Realizar el cableado de los sistemas de protección</p> <p>Realizar el cableado al PLC</p> <p>Identificar las entradas al PLC de los sensores como actuadores eléctricos</p>

Sistema	Elemento	Operación
	Programación 	Realizar el cableado al PLC Realizar el ladder de la programación Realizar las pruebas de simulación para identificar que las entradas y salidas sean las adecuadas

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Presupuesto para el desarrollo de trabajo de investigación

Para la elaboración del proyecto de trabajo de investigación, se han estimado los gastos siguientes:

Tabla N° 22. Presupuesto del capital humano

Descripción	Cantidad	Medida	Total
Potencial Humano			
Asesor Metodológico	01	Und.	S/. 1,000.00
Asesor Disciplinario	01	Und.	S/. 1,000.00
TOTAL			S/. 2,000.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 23. Presupuesto de herramientas

Descripción	Cantidad	Medida	Costo	Total
1. Bienes				
Útiles de escritorio				
Papel	03	Millar	S/. 15.00	S/. 45.00
Lapiceros	03	Unidad	S/. 0.50	S/. 1.50
CD's	03	Unidad	S/. 1.00	S/. 3.00
Folder	10	Unidad	S/. 0.60	S/. 6.00
Corrector	01	Unidad	S/. 3.50	S/. 3.50
Lápiz	02	Unidad	S/. 1.00	S/. 2.00
Engrapadora	01	Unidad	S/. 10.00	S/. 10.00
Grapas	01	Caja	S/. 7.00	S/. 7.00
Equipo				
Laptop	01	Unidad	S/.	S/. 4,000.00
			4,000.00	
2. Servicios				

Descripción	Cantidad	Medida	Costo	Total
Fotocopiado de material	Varios	-	S/. 60.00	S/. 60.00
Digitación e impresión	Varios	-	S/. 100.00	S/. 100.00
Movilidad	10	Unidad	S/. 10.00	S/. 100.00
Alimentación	10	Unidad	S/. 10.00	S/. 100.00
Encuadernado	05	Unidad	S/. 6.00	S/. 30.00
Gastos Administrativos	Varios	-	S/. 100.00	S/. 100.00
3. Imprevistos				S/. 100.00
TOTAL				S/. 4,598.10

Fuente: Elaboración propia