



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**“DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA MÁQUINA LAVADORA DE
GANCHOS PARA UNA PLANTA PROCESADORA DE AVES”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO MECÁNICO

AUTORES: WILLIAM JAVIER DÍAZ CHICAIZA

DIRECTOR: Ing. MIGUEL AQUINO ARROBA

Riobamba - Ecuador

2021


© 2021, William Javier Díaz Chicaiza

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, William Javier Díaz Chicaiza, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

El autor asume la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 11 de febrero del 2021



William Javier Díaz Chicaiza

171917953-1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo Proyecto Técnico, **DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA MÁQUINA LAVADORA DE GANCHOS PARA UNA PLANTA PROCESADORA DE AVES**, realizado por el señor: **WILLIAM JAVIER DÍAZ CHICAIZA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Edwin Fernando Viteri Núñez PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 EDWIN FERNANDO VITERI NUNEZ Firmado digitalmente por EDWIN FERNANDO VITERI NUNEZ Fecha: 2021.03.08 15:23:19 -05'00'	2021-02-11
Ing. Miguel Aquino Arroba DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	 Firmado electrónicamente por: SOCRATES MIGUEL AQUINO ARROBA	2021-02-11
Ing. Jorge Isaías Caicedo MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 JORGE ISAIAS CAICEDO REYES Firmado digitalmente por JORGE ISAIAS CAICEDO REYES Fecha: 2021.03.09 15:22:16 -05'00'	2021-02-11

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
INDICE DE ANEXOS	xvi
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN.....	0

CAPITULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	2

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	3
2.1 Industria avícola y su importancia	3
2.2 Industria avícola en el Ecuador	3
2.3 Faenamiento de aves en la industria	3
2.3.1 <i>Matanza</i>	4
2.3.2 <i>Desplume</i>	4
2.3.3 <i>Evisceración</i>	4
2.3.4 <i>Empaquetado</i>	4
2.4 Lavadoras de ganchos	4
2.4.1 <i>Tipos de lavadoras de ganchos</i>	5
2.4.1.1 <i>Lavadora de ganchos de cepillo circular plano/disco</i>	5
2.4.1.2 <i>Lavadora de ganchos de cepillos cilíndricos</i>	5
2.5 Diseño seguro de maquinaria.....	6
2.6 Normativas utilizadas en el diseño de maquinaria	6
2.6.1 <i>Instituto Internacional de Normalización (ISO por sus siglas del inglés)</i>	7

2.6.2	<i>European Hygienic Engineering and Design Group (EHEDG)</i>	7
2.6.3	<i>Instituto ecuatoriano de normalización</i>	7
2.7	Materiales utilizados en equipos de procesamiento de alimentos	8
2.7.1	<i>Metales</i>	8
2.7.1.1	<i>Aceros inoxidable</i>	8
2.7.2	<i>Materiales plásticos</i>	8
2.8	Principios de diseño higiénico	9
2.8.1	<i>Requerimientos funcionales para la higiene</i>	9
2.8.2	<i>Requerimientos superficiales y geométricos</i>	9
2.8.3	<i>Requerimientos en juntas soldadas</i>	9
2.8.4	<i>Requerimientos de drenado</i>	9
2.9	Diseño higiénico y selección de componentes	10
2.9.1	<i>Tanques</i>	10
2.9.2	<i>Bombas</i>	10
2.9.2.1	<i>Bombas de caudal y presión</i>	10
2.9.2.2	<i>Bombas dosificadoras</i>	10
2.9.3	<i>Tuberías</i>	10
2.9.4	<i>Accesorios</i>	11
2.9.5	<i>Válvulas</i>	11
2.9.5.1	<i>Electroválvula</i>	11
2.9.5.2	<i>Válvula check</i>	11
2.9.5.3	<i>Válvula de pie</i>	11
2.9.5.4	<i>Válvula de globo</i>	12
2.9.6	<i>Filtros de agua</i>	12
2.9.6.1	<i>Filtro de línea Y</i>	12
2.9.6.2	<i>Filtro autolimpiante de agua</i>	12
2.9.7	<i>Ejes y rodamientos</i>	12
2.9.8	<i>Shiglores o boquillas</i>	13
2.9.8.1	<i>Boquillas de abanico cónico</i>	13
2.9.8.2	<i>Boquillas de abanico plano</i>	13
2.9.9	<i>Motorreductores</i>	13
2.9.10	<i>Cepillos</i>	13
2.9.10.1	<i>Cepillo tipo circular plano o de disco</i>	13
2.9.10.2	<i>Cepillo tipo cilíndrico</i>	14

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	15
3.1	Diseño concurrente	15
3.2	Consideraciones iniciales	15
3.2.1	<i>Configuración actual de la riel y cadena</i>	15
3.2.2	<i>Medidas y Geometría del gancho a lavar</i>	16
3.2.3	<i>Ubicación del sistema de lavado de gancho</i>	17
3.3	Identificación de necesidades	18
3.3.1	<i>Voz del usuario</i>	18
3.3.2	<i>Voz del ingeniero</i>	18
3.3.3	<i>Análisis de competencias</i>	19
3.3.4	<i>Lista de referencia de especificaciones</i>	20
3.4	Despliegue de la función de la calidad	21
3.4.2	<i>Diseño conceptual y funcional</i>	22
3.4.2.1	<i>Nivel Cero</i>	22
3.4.2.2	<i>Nivel Uno</i>	23
3.4.3	<i>Definición de módulos</i>	24
3.4.4	<i>Descripción de módulos</i>	24
3.4.4.1	<i>Módulo 1 o fase de prelavado</i>	24
3.4.4.2	<i>Módulo 2 o fase de cepillado</i>	25
3.4.4.3	<i>Módulo 3 o fase de enjuague</i>	25
3.5	Análisis de alternativas	25
3.5.1	<i>Alternativas para la fase de prelavado de ganchos</i>	25
3.5.1.1	<i>Almacenamiento de agua</i>	25
3.5.1.2	<i>Bombeo de agua</i>	25
3.5.1.3	<i>Transporte de agua</i>	25
3.5.1.4	<i>Dosificación de químico al agua</i>	26
3.5.1.5	<i>Pulverizado de agua</i>	26
3.5.1.6	<i>Filtración de agua</i>	26
3.5.1.7	<i>Calentamiento de agua</i>	26
3.5.1.8	<i>Extracción de olores</i>	26
3.5.2	<i>Matriz morfológica de la fase prelavado</i>	26
3.5.2.2	<i>Solución A de la fase de prelavado</i>	28
3.5.2.3	<i>Solución B de la fase de prelavado</i>	29
3.5.2.4	<i>Solución C de la fase de prelavado</i>	30

3.5.3	<i>Alternativas para la fase de cepillado de ganchos</i>	32
3.5.3.1	<i>Accionamiento de ejes</i>	32
3.5.3.2	<i>Soporte</i>	32
3.5.3.3	<i>Sujeción</i>	32
3.5.3.4	<i>Carcasa de cepillos</i>	32
3.5.3.5	<i>Cepillos</i>	32
3.5.4	<i>Matriz morfológica para la fase de cepillado</i>	32
3.5.4.2	<i>Solución de A de la fase de cepillado</i>	33
3.5.4.3	<i>Solución B de la fase de cepillado</i>	34
3.5.4.4	<i>Solución C de la fase de cepillado</i>	35
3.5.5	<i>Alternativas para la fase de enjuague de ganchos</i>	36
3.5.5.1	<i>Almacenamiento de agua</i>	36
3.5.5.2	<i>Bombeo de agua</i>	36
3.5.5.3	<i>Transporte de agua</i>	37
3.5.5.4	<i>Dosificación de químico al agua</i>	37
3.5.6	<i>Matriz morfológica para la fase de enjuague</i>	37
3.5.6.2	<i>Solución A de la fase de enjuague</i>	38
3.5.6.3	<i>Solución B de la fase enjuague</i>	39
3.5.6.4	<i>Solución C de la fase de enjuague</i>	40
3.6	<i>Evaluación de soluciones para cada fase de la máquina lavadora de ganchos</i>	41
3.6.1	<i>Evaluación de soluciones para la fase de prelavado</i>	41
3.6.2	<i>Evaluación de soluciones para la fase de cepillado</i>	44
3.6.3	<i>Evaluación de soluciones para la fase de enjuague</i>	46
3.7	<i>Diseño mecánico y selección de elementos de la fase de prelavado</i>	48
3.7.2	<i>Panel de prelavado</i>	49
3.7.2.1	<i>Selección de shiglor</i>	49
3.7.2.2	<i>Diseño de panel de prelavado</i>	51
3.7.3	<i>Diseño de red hidráulica de prelavado</i>	52
3.7.3.1	<i>Red hidráulica de prelavado</i>	52
3.7.3.2	<i>Selección de la bomba para la fase de prelavado</i>	54
3.7.3.3	<i>Selección del motor eléctrico para la fase de prelavado</i>	56
3.7.4	<i>Simulación de red hidráulica de prelavado</i>	57
3.7.5	<i>Selección de filtro de línea</i>	59
3.7.6	<i>Diseño de tanque de almacenamiento de agua de fase de prelavado</i>	60
3.7.7	<i>Diseño de carcasa de fase de prelavado</i>	61
3.7.8	<i>Selección de extractor de vahos</i>	61
3.7.8.1	<i>Dimensiones del espacio</i>	61

3.7.8.2	<i>Número de renovaciones</i>	61
3.7.8.3	<i>Cálculo de caudal total</i>	62
3.7.8.4	<i>Cálculo de diámetro de ducto de aspiración</i>	63
3.7.8.5	<i>Características del ventilador seleccionado</i>	64
3.7.9	<i>Diseño de filtro autolimpiante</i>	65
3.7.9.1	<i>Descripción de filtro de tambor rotatorio</i>	65
3.7.9.2	<i>Diseño de tambor</i>	66
3.7.9.3	<i>Diseño de eje de tambor</i>	67
3.7.9.4	<i>Verificación de la resistencia del eje del tambor</i>	69
3.7.9.5	<i>Diseño de bocines</i>	69
3.7.9.6	<i>Diseño de tanque de tambor</i>	70
3.7.9.7	<i>Selección de motorreductor</i>	70
3.7.10	<i>Diseño de trampa de grasa</i>	71
3.7.11	<i>Diseño de rascador</i>	73
3.7.12	<i>Selección de dosificador de químicos de prelavado</i>	73
3.8	<i>Diseño mecánico y selección de elementos de la fase de cepillado</i>	76
3.8.2	<i>Diseño de carcasa de cepillos</i>	77
3.8.3	<i>Selección de cepillos</i>	77
3.8.3.2	<i>Fuerza de fregado</i>	78
3.8.3.3	<i>Número de ganchos a lavar</i>	78
3.8.3.4	<i>Velocidad</i>	79
3.8.3.5	<i>Velocidad angular</i>	79
3.8.3.6	<i>Potencia</i>	79
3.8.3.7	<i>Momento flector</i>	80
3.8.3.8	<i>Momento torsor</i>	80
3.8.4	<i>Diseño de eje de los cepillos</i>	81
3.8.5	<i>Verificación de resistencia del eje de los cepillos</i>	83
3.8.6	<i>Selección de chumaceras</i>	83
3.8.7	<i>Selección de motorreductor</i>	85
3.8.7.1	<i>Cálculo de potencia de entrada de motorreductor</i>	86
3.8.7.2	<i>Cálculo de factor de servicio de motorreductor</i>	86
3.8.7.3	<i>Selección online de motorreductor</i>	86
3.8.8	<i>Diseño de sistema de sujeción y regulación de posición horizontal/vertical</i>	89
3.8.8.1	<i>Diseño de varilla de soporte</i>	89
3.8.8.2	<i>Diseño de regulador de altura</i>	90
3.8.9	<i>Diseño de eje de regulación de posición horizontal de cepillos</i>	90
3.8.10	<i>Verificación de resistencia del eje de regulación de posición horizontal</i>	93

3.8.11	<i>Diseño de estructura metálica</i>	93
3.8.12	<i>Simulación de estructura metálica</i>	94
3.9	Diseño mecánico y selección de elementos de la fase de enjuague	95
3.9.2	<i>Panel de enjuague</i>	96
3.9.2.1	<i>Selección de Shiglor</i>	96
3.9.2.2	<i>Diseño de panel de enjuague</i>	97
3.9.3	<i>Diseño de red hidráulica de enjuague</i>	97
3.9.3.2	<i>Selección de la bomba para la fase de enjuague</i>	100
3.9.4	<i>Simulación de red hidráulica de enjuague</i>	102
3.9.5	<i>Diseño de tanque de almacenamiento agua de fase de enjuague</i>	104
3.9.6	<i>Diseño de carcasa superior de fase enjuague</i>	105
3.9.7	<i>Selección de dosificador de químico de enjuague</i>	105
3.10	Análisis de costos	107
3.10.1	<i>Análisis de costos de fase de prelavado</i>	107
3.10.1.1	<i>Costos directos de fase de prelavado</i>	107
3.10.1.2	<i>Costos Indirectos de fase de prelavado</i>	110
3.10.1.3	<i>Costo total de la fase prelavado</i>	111
3.10.2	<i>Análisis de costos de fase de cepillado</i>	111
3.10.2.1	<i>Costos directos de fase de cepillado</i>	111
3.10.2.2	<i>Costos Indirectos de fase de cepillado</i>	113
3.10.2.3	<i>Costo total de fase de la fase cepillado</i>	113
3.10.3	<i>Análisis de costos de fase de enjuague</i>	113
3.10.3.1	<i>Costos directos de la fase de enjuague</i>	113
3.10.3.2	<i>Costos indirectos de la fase de enjuague</i>	116
3.10.3.3	<i>Costo total de la fase de enjuague</i>	116
3.10.4	<i>Análisis de costo total de máquina lavadora de ganchos</i>	116

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS	117
4.1	Lavadora de ganchos	117
4.2	Fases de la lavadora de ganchos	118
4.2.1	<i>Fase de prelavado</i>	118
4.2.2	<i>Fase de cepillado</i>	119
4.2.3	<i>Fase de enjuague</i>	119
4.3	Discusión de resultados	120

CONCLUSIONES	122
RECOMENDACIONES	123
GLOSARIO	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3:	Lavadora de ganchos TEKPRO.....	19
Tabla 2-3:	Lavadora de ganchos INDUMETAVI.....	20
Tabla 3-3:	Listado de especificaciones del equipo de lavado de ganchos	21
Tabla 4-3:	Matriz morfológica de la fase de prelavado	27
Tabla 5-3:	Componentes de la solución A de la fase de prelavado.....	28
Tabla 6-3:	Componentes de la solución B de la fase de prelavado.....	29
Tabla 7-3:	Componentes de la solución C de la fase de prelavado.....	31
Tabla 8-3:	Matriz morfológica de la fase de cepillado	33
Tabla 9-3:	Componentes de la solución A de la fase de cepillado.....	33
Tabla 10-3:	Componentes de la solución B de la fase de cepillado.....	34
Tabla 11-3:	Componentes de la solución C de la fase cepillado.....	35
Tabla 12-3:	Matriz morfológica de la fase de enjuague.....	38
Tabla 13-3:	Componentes de la solución A de la fase de enjuague.....	38
Tabla 14-3:	Componentes de la solución B de la fase de enjuague	39
Tabla 15-3:	Componentes de la solución C de la fase de enjuague	40
Tabla 16-3:	Evaluación del peso específico de los criterios para la fase de prelavado.....	42
Tabla 17-3:	Evaluación del peso específico del criterio eficiencia para el proceso de prelavado.....	42
Tabla 18-3:	Evaluación del peso específico del criterio precio para la fase de prelavado.....	42
Tabla 19-3:	Evaluación del peso específico del criterio mantenimiento para la fase de prelavado.....	43
Tabla 20-3:	Evaluación del peso específico del criterio higiene para la fase de prelavado	43
Tabla 21-3:	Conclusiones y selección de la mejor solución para la fase de prelavado.....	43
Tabla 22-3:	Evaluación del peso específico de los criterios para la fase de cepillado.....	44
Tabla 23-3:	Evaluación del peso específico del criterio mantenimiento para la fase de cepillado.....	44
Tabla 24-3:	Evaluación del peso específico del criterio fabricación para la fase de cepillado	45
Tabla 25-3:	Evaluación del peso específico del criterio precio para la fase de cepillado	45
Tabla 26-3:	Evaluación del peso específico del criterio espacio para la fase de cepillado	45
Tabla 27-3:	Conclusiones y selección de la mejor solución para la fase de cepillado.....	46
Tabla 28-3:	Evaluación del peso específico de los criterios para el proceso de enjuague	46
Tabla 29-3:	Evaluación del peso específico del criterio eficiencia para el proceso de enjuague	47

Tabla 30-3:	Evaluación del peso específico del criterio precio moderado para el proceso de enjuague	47
Tabla 31-3:	Evaluación del peso específico del criterio mantenimiento rápido para el proceso de enjuague.....	47
Tabla 32-3:	Evaluación del peso específico del criterio higiene para el proceso de enjuague	48
Tabla 33-3:	Conclusiones y selección de la mejor solución para el proceso de enjuague	48
Tabla 34-3:	Selección de calibre de Shiglor H-U para la fase de prelavado	50
Tabla 35-3:	Longitudes de tubería y numero de accesorios de fase de prelavado	53
Tabla 36-3:	Parámetros de diseño hidráulico para la fase de prelavado	53
Tabla 37-3:	Cálculo de las caídas de presión en el prelavado.....	53
Tabla 38-3:	Selección de motor eléctrico para la bomba de prelavado.....	56
Tabla 39-3:	Parámetros de bomba calculada por Pipe Flow Expert para la fase de prelavado	58
Tabla 40-3:	Comparación de datos calculados con PipeFlow Wizard y PipeFlow Expert	59
Tabla 41-3:	Dimensiones y peso del filtro de línea seleccionado	60
Tabla 42-3:	Dimensiones del espacio a extraer olores	61
Tabla 43-3:	Recomendaciones para la manipulación de aire	62
Tabla 44-3:	Valores de velocidades de transporte de aire contaminado en las conducciones	63
Tabla 45-3:	Características técnicas del extractor modelo 820-4T	64
Tabla 46-3:	Datos técnicos de la bomba seleccionada para el prelavado.....	75
Tabla 47-3:	Dimensiones generales de la carcasa de cepillos	77
Tabla 48-3:	Selección de unidad de rodamiento SKF	84
Tabla 49-3:	Evaluación de opciones a vida nominal básica.....	84
Tabla 50-3:	Selección de calibre de shiglor H-U para la fase de enjuague	96
Tabla 51-3:	Longitudes de tubería y número de accesorios de la fase de enjuague.....	98
Tabla 52-3:	Parámetros de diseño hidráulico para la fase de prelavado	98
Tabla 53-3:	Cálculo de caídas de presión en el enjuague.....	99
Tabla 54-3:	Parámetros de bomba calculada por PipeFlow Expert para la fase de enjuague	103
Tabla 55-3:	Comparación de datos calculados con PipeFlow Wizard y PipeFlow Expert ...	104
Tabla 56-3:	Datos técnicos de la bomba seleccionada para el enjuague	106
Tabla 57-3:	Costo de materiales mecánicos de la fase de prelavado	107
Tabla 58-3:	Costos de equipos y herramientas para la fase de prelavado	110
Tabla 59-3:	Costos de mano de obra para la fase de prelavado	110
Tabla 60-3:	Costos de transporte de fase de prelavado	110
Tabla 61-3:	Costo directo total de la fase de prelavado	110
Tabla 62-3:	Costos indirectos de la fase de prelavado	111
Tabla 63-3:	Costo total de la fase de prelavado	111
Tabla 64-3:	Costo de materiales mecánicos de la fase de cepillado.....	111

Tabla 65-3:	Costos de equipos y herramientas de la fase de cepillado	112
Tabla 66-3:	Costos de mano de obra para la fase de cepillado	112
Tabla 67-3:	Costos de transporte de la fase de cepillado	112
Tabla 68-3:	Costo directo total de la fase de cepillado	113
Tabla 69-3:	Costos indirectos de la fase de cepillado	113
Tabla 70-3:	Costo total de la fase de cepillado	113
Tabla 71-3:	Costos de materiales mecánicos de la fase de enjuague	113
Tabla 72-3:	Costos de equipos y herramientas utilizados en la fase de enjuague.....	115
Tabla 73-3:	Costos de mano de obra para la fase de prelavado	115
Tabla 74-3:	Costos de transporte de fase de enjuague	115
Tabla 75-3:	Costo directo total de la fase de enjuague	115
Tabla 76-3:	Costos indirectos de la fase de enjuague	116
Tabla 77-3:	Costo total de la fase de enjuague	116
Tabla 78-3:	Costo total de máquina lavadora de ganchos.....	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2.	Máquina lavadora de ganchos de cepillos circulares planos	5
Figura 2-2.	Máquina lavadora de ganchos de cepillos cilíndricos	6
Figura 1-3.	Vista general del proceso de transporte de aves	15
Figura 2-3.	Ganchos vacíos y ganchos con aves	16
Figura 3-3.	Área de eviscerado	16
Figura 4-3.	Dimensiones del gancho	17
Figura 5-3.	Ubicación de máquina lavadora de ganchos.....	17
Figura 6-3.	Casa de la calidad	22
Figura 7-3.	Función global de la máquina lavadora de ganchos	23
Figura 8-3.	Estructura funcional de la máquina lavadora de ganchos.....	24
Figura 9-3.	Solución A de la fase de prelavado	28
Figura 10-3.	Solución B de la fase de prelavado.....	30
Figura 11-3.	Solución de la fase C de prelavado.....	31
Figura 12-3.	Solución A de la fase de cepillado.....	34
Figura 13-3.	Solución B de la fase de cepillado.....	35
Figura 14-3.	Solución C de la fase de cepillado.....	36
Figura 15-3.	Solución A de la fase de enjuague.....	39
Figura 16-3.	Solución B de la fase de enjuague	40
Figura 17-3.	Solución C de la fase de enjuague	41
Figura 18-3.	Fase de prelavado	49
Figura 19-3.	Shiglor de abanico plano de Spraying Systems Co	49
Figura 20-3.	Geometría de shiglores de abanico plano	50
Figura 21-3.	Cálculo de caudal y presión de shiglores de prelavado	51
Figura 22-3.	Panel de prelavado.....	51
Figura 23-3.	Diseño de tubería de succión y descarga a la bomba de la fase de prelavado	52
Figura 24-3.	Selección de serie de bomba para el prelavado	55
Figura 25-3.	Curva de rendimiento de la serie de bomba 5SV a 3500 rpm para el prelavado	56
Figura 26-3.	Bomba de prelavado	57
Figura 27-3.	Verificación de carga total de bombeo en la fase prelavado	58
Figura 28-3.	Esquema del filtro de línea de acero inoxidable.....	59
Figura 29-3.	Tanque de almacenamiento de agua de fase de prelavado	60
Figura 30-3.	Carcasa de fase de prelavado.....	61
Figura 31-3.	Dimensiones del extractor 820-4T	64
Figura 32-3.	Extractor de aire	65

Figura 33-3.	Filtro de tambor rotario	65
Figura 34-3.	Tambor de filtro autolimpiante.....	67
Figura 35-3.	Diámetro del eje sometido a torsión.....	68
Figura 36-3.	Eje de tambor	69
Figura 37-3.	Factor de seguridad del eje.....	69
Figura 38-3.	Bocines.....	70
Figura 39-3.	Tanque de tambor.....	70
Figura 40-3.	Motoreductor(Rossi, 2018)	71
Figura 41-3.	Selección de número de compartimentos de trampa de grasa	72
Figura 42-3.	Trampa de grasa	72
Figura 43-3.	Rascador.....	73
Figura 44-3.	Filtro autolimpiante y trampa de grasa.....	73
Figura 45-3.	Selección de serie de bombeo de dosificación para la fase de prelavado.....	74
Figura 46-3.	Bomba dosificadora para fase de prelavado.....	75
Figura 47-3.	Fase de cepillado	76
Figura 48-3.	Carcasa de cepillos	77
Figura 49-3.	Características del cepillo.....	78
Figura 50-3.	Cepillo cilíndrico.....	78
Figura 51-3.	Diámetro del eje sometido a flexión y torsión.....	82
Figura 52-3.	Eje de cepillos	82
Figura 53-3.	Verificación de la resistencia del eje de cepillos.....	83
Figura 54-3.	Eje de cepillos con carga concentrada en el centro	80
Figura 55-3.	Chumacera SKF designación F2BSS 25M-TPZM	85
Figura 56-3.	Chumacera SKF designación F2BSS 25M-TPZM ECB505.....	85
Figura 57-3.	Selección de motorreductor Rossi para la fase de cepillado	87
Figura 58-3.	Motorreductores Rossi para la fase de cepillado.....	88
Figura 59-3.	Varilla de soporte	89
Figura 60-3.	Regulador de altura	90
Figura 61-3.	Eje de dos tramos iguales con dos cargas iguales simétricamente espaciadas... 90	90
Figura 62-3.	Diámetro del eje sometido a flexión.....	92
Figura 63-3.	Eje de regulación de posición horizontal de cepillos	93
Figura 64-3.	Verificación de la resistencia del eje de regulación de posición horizontal	93
Figura 65-3.	Estructura metálica de fase de cepillado	94
Figura 66-3.	Verificación de resistencia de la estructura metálica	95
Figura 67-3.	Fase de enjuague	95
Figura 68-3.	Cálculo de caudal y presión de shiglores de enjuague	96
Figura 69-3.	Panel de enjuague.....	97

Figura 70-3.	Diseño de red hidráulica de la fase de enjuague.....	98
Figura 71-3.	Selección de serie de bomba para el enjuague.....	100
Figura 72-3.	Curva de rendimiento de la serie de bomba 3SV a 3500 rpm para el enjuague	101
Figura 73-3.	Selección de motor eléctrico para la bomba de enjuague.....	102
Figura 74-3.	Bomba de enjuague	102
Figura 75-3.	Verificación de carga total de bombeo en la fase de enjuague.....	103
Figura 76-3.	Tanque de almacenamiento de agua de fase de enjuague.....	104
Figura 77-3.	Carcasa de fase de enjuague	105
Figura 78-3.	Selección de serie de bombeo de dosificación para la fase de enjuague	105
Figura 79-3.	Bomba dosificadora para fase de enjuague	106
Figura 1-4.	Lavadora de ganchos	117

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: EJES DE ACERO INOXIDABLE

ANEXO B: PLANCHAS DE ACERO INOXIDABLE

ANEXO C: DATOS DE RENDIMIENTO DE SHIGLOR H-U

ANEXO D: DIMENSIONES Y PESOS DE BOMBAS GOULDS SERIE 5SV 3500 RPM

ANEXO E: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE BOMBA TIPO ALPHA

ANEXO F: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE BOMBA TIPO BETA

RESUMEN

El proyecto técnico titulado “Diseño y simulación de una máquina lavadora de ganchos para una planta procesadora de aves” tuvo como finalidad el desarrollo de un equipo que ejecute una limpieza de los elementos de sujeción de las aves durante su recorrido desde el área de empaque hacia el área de eviscerado de una planta industrial. Las normativas que guiaron el diseño higiénico de la máquina fueron: *International Organization for Standardization (ISO)*, *European Hygienic and Engineering Group (EHEDG)* e Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). A partir de las recomendaciones de las normativas se plantearon alternativas de solución para el lavado de ganchos y se evaluaron de acuerdo al método de criterios ponderados. La mejor alternativa fue un equipo de tres fases: prelavado, cepillado y enjuague. La fase de prelavado tuvo como propósito el pulverizado de agua con detergente. A continuación, se designó la fase de cepillado para el fricciónado de cerdas plásticas en las superficies del gancho. Por último, el propósito de la fase de enjuague fue pulverizar agua con desinfectante al gancho. El software PipeFlow Wizard calculó parámetros de caudal y caída de presión en las tuberías de las fases de prelavado y enjuague. Las fases se modelaron mediante el software SolidWorks. En el prelavado y enjuague se realizó una simulación de las redes hidráulicas mediante el software PipeFlow Expert. Los elementos críticos del sistema se examinaron con el complemento Simulation de SolidWorks para validar su desempeño. Para los resultados se analizó el error porcentual entre los cálculos y las simulaciones donde se determinó un error del 2,85% para el prelavado y 7,33% para el enjuague. La conclusión de este trabajo es que se logró diseñar una máquina lavadora de ganchos validada mediante simulación hidráulica y estructural. Se recomienda el estudio del vapor como fluido desinfectante en la limpieza.

Palabras clave: <INOCUIDAD>, <EVICERADO>, <DISEÑO HIGIÉNICO>, <PIPEFLOW WIZARD (SOFTWARE)>, <PIPEFLOW EXPERT (SOFTWARE)>, <SOLIDWORKS (SOFTWARE)>



Firmado digitalmente por:
JHONATAN RODRIGO
FARRIÑO OJILLAS



25/02/2021

0667-DBRAI-UPT-2021

ABSTRACT

The technical project entitled "Design and simulation of a hook washing machine for a poultry processing plant" had the purpose of developing a device that performs a cleaning of the poultry holding elements during their journey from the packing area to the gutting area of an industrial plant. The regulations that guided the hygienic design of the machine were: International Organization for Standardization (ISO), European Hygienic and Engineering Group (EHEDG) and Ecuadorian Institute of Standardization (INEN). Based on the recommendations of the regulations, alternative solutions were proposed for washing hooks and they were evaluated according to the weighted criteria method. The best alternative was a three-phase equipment: pre-wash, brushing and rinsing. The purpose of the prewash phase was to spray water with detergent. Next, the brushing phase was designated for rubbing plastic bristles on the hook surfaces. Lastly, the purpose of the rinse phase was to spray disinfectant water onto the hook. The PipeFlow Wizard software calculated flow and pressure drop parameters in the pre-wash and rinse phase piping. The phases were modeled using SolidWorks software. During the pre-wash and rinse, a simulation of the hydraulic networks was carried out using the PipeFlow Expert software. Critical system elements were examined with the SolidWorks Simulation plug-in to validate their performance. For the results, the percentage error between the calculations and the simulations was analyzed, where an error of 2.85% was determined for the pre-wash and 7.33% for the rinse. The conclusion of this work is that it was possible to design a validated hook washing machine through hydraulic and structural simulation. The study of steam as a disinfectant fluid in cleaning is recommended.

Keywords: <SAFETY>, <GUTTED>, <HYGIENIC DESIGN>, <PIPE FLOW WIZARD (SOFTWARE)>, <PIPE FLOW EXPERT (SOFTWARE)>, <SOLIDWORKS (SOFTWARE)>

INTRODUCCIÓN

La carne de pollo se encuentra posicionada en el mercado nacional porque es más barata en comparación con la carne de res, cerdo y pescado. El consumo per cápita de carne de pollo cada año crece y según datos de la Corporación Nacional de Avicultores, se incrementó de 25,17 Kg a 30,43 Kg en los últimos cuatro años. (CONAVE, 2019)

El procesamiento del pollo para consumo humano a un nivel industrial viene acompañado de requerimientos sanitarios e higiénicos que protejan la salud del consumidor final. Por esta razón se han implementado estándares que garanticen el diseño y fabricación de equipos que al estar en contacto con alimentos no generación ningún tipo de contaminación ya sea física, química o bacteriana.

Una de las etapas encargadas de salvaguardar la inocuidad del ave es el lavado del elemento de soporte denominado gancho. Los ganchos se encargan de facilitar la movilización del ave durante varias áreas de las plantas de procesamiento de aves.

La limpieza de ganchos se realiza con máquinas llamadas lavadoras. Empresas como Tekpro e Indumetavi se encargan de ofrecer este tipo de máquina y muchas otras más a las industrias de alimentos. Tanto la industria como el proveedor de la tecnología deben estar muy conscientes en los parámetros y requerimientos que deben cumplir las maquinarias para que sean seguras en el ámbito higiénico y sanitario.

Muchos estándares se han desarrollado a lo largo de los años para satisfacer el deseo de cumplir las especificaciones técnicas de selección y diseño de equipos y elementos mecánicos. Las normativas crearon el concepto de diseño higiénico que se consigue al seguir guías que avalan el aseguramiento de la inocuidad de los alimentos.

En la ciudad de Santo Domingo se requiere la generación de una propuesta de lavadora para los ganchos de una planta de procesamiento de aves. Estos ganchos que se deben limpiar se trasladan desde el área de empaque hasta el área de eviscerado. Es necesario que la lavadora cumpla con requerimientos del diseño higiénico para que se garantice que esta sea apta para el uso en la industria alimentaria.

CAPITULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

En el Ecuador se debe garantizar el procesamiento adecuado de alimentos en industrias gigantes como la avícola por lo tanto es necesario que esta industria y sus proveedores de equipos utilicen los lineamientos establecidos por normas encargadas de asegurar la seguridad en el diseño de maquinaria y procesos que influyen directamente en la calidad de los productos. Este proyecto pretende seguir enunciados establecidos por las normas mediante una revisión exhaustiva de su contenido para de esta manera asegurar un correcto diseño mecánico.

El faenamiento de aves a nivel industrial se desarrolla por etapas las mismas que son matanza, desplume, evisceración y empaquetado. Las aves son colgadas en ganchos que permiten la movilización de las aves durante las etapas del proceso de faenamiento antes mencionadas, por la naturaleza del proceso los ganchos se impregnan con residuos de sangre y carne.

Los ganchos son elementos mecánicos de sujeción de un ave durante el transporte de la misma por diferentes procesos de una planta de procesamiento de aves. Al terminar su uso, es necesario realizar una limpieza y desinfección adecuada para que regresen a cumplir su función de soporte. La limpieza de los ganchos plásticos es una de las etapas en el procesamiento industrial de pollos. Existen varias empresas que se dedican al diseño y construcción de lavadoras de ganchos a nivel mundial algunas de ellas son Tekpro, Topkip, Indumetavi y Dincox.

Las lavadoras de ganchos son sistemas compuestos por diferentes equipos que se ubican al terminar la línea de producción, es decir una vez que las aves han sido descargadas y los ganchos se encuentran vacíos. Se encuentran construidas totalmente en acero inoxidable.

Es importante realizar un correcto lavado de los ganchos porque es obligatorio evitar la acumulación de residuos de sangre y pedazos de carne que provoquen un crecimiento bacteriano localizado que contamine a las aves en proceso de faenamiento lo que resulta en un producto de calidad deficiente que no solo afecta a la higiene de la planta, sino que perjudica a la salud del ser humano por consumo de la carne. (ARCOSA, 2017)

Este proyecto es una propuesta de mejora para una empresa que se dedica al procesamiento de aves en la ciudad de Santo Domingo de los Colorados. La planta de procesamiento de aves presenta un proceso deficiente de lavado que pone en peligro la inocuidad de sus productos y que además consume más recursos de los necesarios para la limpieza. La lavadora que actualmente posee la planta ha cumplido su vida útil de uso por lo que no es factible su optimización.

La planta de procesamiento de aves tiene un espacio para el cual ha destinado la implementación del proyecto por lo que se encuentra delimitado la superficie a ocupar por la máquina. Este espacio está ubicado en la terraza por encima de la planta.

Al finalizar este trabajo se habrá diseñado una lavadora de ganchos plásticos que cumple todos los requisitos necesarios de limpieza que son exigidos para con los ganchos que sostienen las aves en procesamiento. Esta alternativa ofrece al mercado una máquina de alta calidad y desarrollada específicamente para las condiciones de producción de la planta.

Mediante el desarrollo de este trabajo de titulación se pretende ofrecer a una planta de procesamiento de aves un equipo personalizado capaz de limpiar correctamente los ganchos plásticos garantizando normas de higiene en la planta además de reducir el consumo de agua durante el proceso.

En este proyecto se contempla el diseño conceptual y la ingeniería de detalle de una lavadora de ganchos para ser propuesto como una solución de mejora al proceso actual de lavado de ganchos que tiene una planta de procesamiento de aves de la ciudad de Santo Domingo.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Desarrollar el diseño mecánico de una máquina para el lavado de los ganchos plásticos para una planta de procesamiento de aves.

1.2.2 Objetivos específicos

- Estudiar los métodos y normas adecuadas que garanticen la correcta limpieza de los ganchos.
- Diseñar y/o seleccionar los elementos mecánicos que intervienen en el proceso de lavado de ganchos.
- Verificar mediante simulación el diseño de los elementos y la selección de los equipos que intervienen en el proceso de limpieza de ganchos.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Industria avícola y su importancia

La carne de pollo es consumida alrededor del mundo y en las últimas décadas ha incrementado su popularidad en muchos países. Algunas de las razones que explican este incremento en su consumo son los relativos bajos costos de producción, el rápido factor de crecimiento del ave, el alto contenido nutricional de la carne y el lanzamiento de muchos productos derivados nuevos al mercado. (Barbut, 2002)

2.2 Industria avícola en el Ecuador

La industria avícola en el Ecuador es una de las más importantes en el sector de los alimentos y que además se encuentra en crecimiento. Existen aproximadamente 1900 granjas avícolas en el país. Se estima que el consumo per cápita es de entre 30 y 32 kilogramos al año. (El Telégrafo, 2017) Para conseguir un abastecimiento de carne de pollo seguro y que no infrinja ninguna norma de seguridad y calidad que pongan en riesgo la salud del consumidor se debe tener una buena limpieza de los equipos que se encuentran en contacto con la carne de pollo en las plantas de procesamiento de aves.

2.3 Faenamiento de aves en la industria

Es un proceso que involucra la transformación del ave a un producto final donde se transporta por diferentes áreas en las que son separadas partes consumibles y no consumibles por el ser humano. Las etapas del faenamiento de aves son:

- Matanza
- Desplume
- Evisceración
- Empaquetado

2.3.1 *Matanza*

Es proceso de sacrificio del ave que consiste en aturdimiento y desangrando. (Moreno, 2006)

2.3.2 *Desplume*

Es el proceso de extracción de las plumas del ave que se realiza mediante una desplumadora que deja en su totalidad al ave sin plumas. Luego de esto se realiza la remoción de cabeza, quebradura de cuello, corte de cuello y patas. (Obando, y otros, 1998)

2.3.3 *Evisceración*

Es el proceso de separación de las vísceras del pollo donde se extraen los intestinos, la vesícula biliar, la molleja, el hígado, el bazo y el corazón. (Barreiro Mendez, y otros, 2006)

2.3.4 *Empaquetado*

Esta tarea se la realiza dependiendo de la presentación del producto, para pollo entero en fundas grandes que muestran el tamaño y la forma del mismo mientras que para presas seleccionadas se utiliza un empaque de espuma con cubierta transparente.

Al final del proceso de faenamiento se sitúa un proceso de limpieza del elemento que brinda soporte y sujeción al ave durante el recorrido de las áreas mencionadas. El elemento se denomina gancho.

2.4 Lavadoras de ganchos

Las lavadoras de ganchos son equipos de limpieza utilizados en las plantas de procesamiento de aves para el consumo humano. El diseño de estos equipos obedece normas sanitarias y requerimientos específicos de la planta como tamaño, geometría del gancho y eficiencia del proceso.

Las lavadoras de ganchos convencionales que se utilizan en la empresa de procesamiento de aves poseen los siguientes procesos:

- Pulverizado de agua
- Cepillado mecánico

Estos dos procesos actúan simultáneamente, mientras el gancho se desplaza por el cuerpo de la lavadora, este es rociado con agua a alta presión al mismo tiempo que unos cepillos rotatorios hacen contacto con la superficie del mismo.

2.4.1 Tipos de lavadoras de ganchos

Las lavadoras de ganchos normalmente se clasifican según la forma y disposición de sus cepillos.

2.4.1.1 Lavadora de ganchos de cepillo circular plano/disco

Son lavadoras cuyos elementos de cepillado se encuentran enfrentados y giran el uno respecto al otro en sentidos contrarios. Las cerdas plásticas de estos cepillos se encuentran situadas de manera perpendicular a la base que los sostiene como se observa en la figura 1-2.

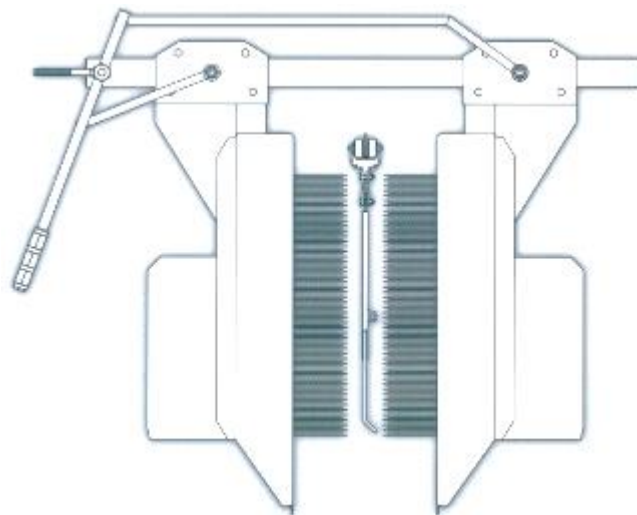


Figura 1-2. Máquina lavadora de ganchos de cepillos circulares planos

Fuente: (INDUMETAVI, 2019)

2.4.1.2 Lavadora de ganchos de cepillos cilíndricos

Son lavadoras cuyas cerdas plásticas de sus cepillos se encuentran situadas de manera radial y a lo largo del cilindro plano que las sostiene como se indica en la figura 2-2. Los cepillos cilíndricos de estas lavadoras giran en sentidos contrarios durante su accionamiento. (TEKPRO, 2016)

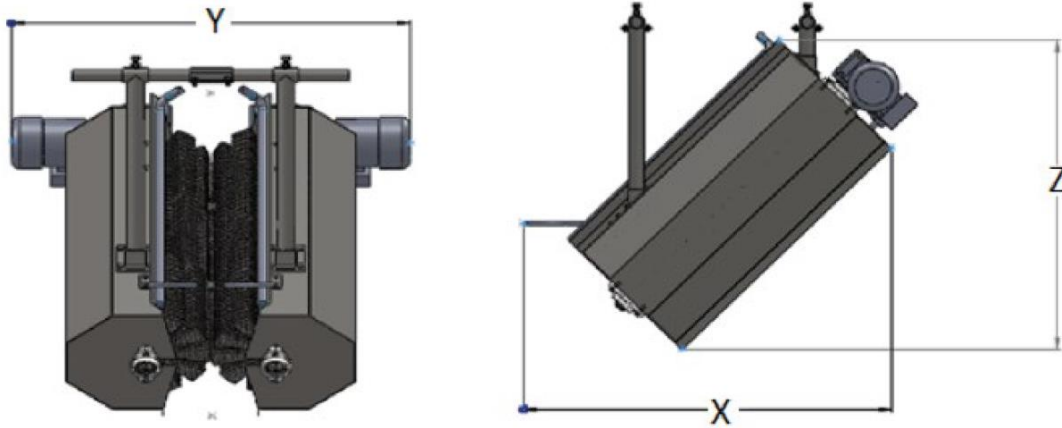


Figura 2-2. Máquina lavadora de ganchos de cepillos cilíndricos

Fuente: (TEKPRO, 2016)

2.5 Diseño seguro de maquinaria

El diseño de maquinaria que permite que las empresas alimentarias entreguen productos seguros y adecuados a los consumidores se denomina diseño higiénico. Las industrias alimentarias y sus proveedores de equipos deben estar conscientes de los beneficios que conlleva el usar y fabricar equipo higiénicamente diseñado. (EHEDG, 2019)

Algunos de los beneficios del diseño higiénico son:

- Permite una gestión más fiable del sistema de inocuidad alimentaria.
- Reducción del tiempo de limpieza, desinfección y mantenimiento incrementando la disponibilidad de la planta.
- Permite la reducción de los costos de lavado, desinfección y eliminación de residuos.
- Otorga el cumplimiento objetivos generales de innovación, optimización y sostenibilidad ambiental.

2.6 Normativas utilizadas en el diseño de maquinaria

La seguridad alimentaria en el siglo 21 es un reto internacional que requiere la cooperación entre países para acordar normas y en el establecimiento de sistemas de vigilancia transnacional. (Arvanitoyannis, 2009)

Es muy importante considerar normas que aseguren la asepsia e inocuidad de los ganchos una vez terminado su lavado para cuando estos entren en contacto con las aves no se tengan problemas de contaminación bacteriana (patogénica o no patogénica) que más tarde representen un riesgo para la salud humana. (Mineba Intec)

Los organismos que regulan las directivas internacionales para el cumplimiento de un diseño higiénico en el diseño y construcción de equipos e instalaciones son:

- Instituto Internacional de Normalización (ISO por sus siglas del inglés),
- *European Hygienic Engineering and Design Group (EHEDG)*
- *3-A Sanitary Standards, Inc*

2.6.1 Instituto Internacional de Normalización (ISO por sus siglas del inglés)

Las normas ISO a las que nos remitiremos para el desarrollo de la máquina que se propone diseñar son las siguientes:

- *ISO 12100:2010 Safety of machinery - General principles for design - Risk assessment and risk reduction*
- *ISO 14159:2002 Safety of machinery - Hygiene requirements for the design of machinery*
- *ISO 21469:2006 Safety of machinery - Lubricants with incidental product contact - Hygiene requirements*

2.6.2 European Hygienic Engineering and Design Group (EHEDG)

Las normas EHEDG se denominan Documentos, en el desarrollo de este trabajo escrito aplicaremos los siguientes:

- *EHEDG Document No.8 Hygienic Design Principles*
- *EHEDG Document No.45 Cleaning Validation in the Food Industry - General Principles*
- *EHEDG Document No.47 Guidelines on Air Handling Systems in the Food Industry – Air Quality Control for Building Ventilation*

2.6.3 Instituto ecuatoriano de normalización

Es el organismo que formula y consigna las disposiciones relativas a la higiene en el desarrollo de maquinaria en el Ecuador.

Las normas dispuestas por el INEN son:

- NTE INEN-ISO 12100-1 Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. parte 1: terminología básica, metodología

- NTE INEN-ISO 12100-2 Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. parte 2: principios técnicos
- NTE INEN-ISO 14159 Seguridad de las máquinas. requisitos de higiene para el diseño de las máquinas
- NTE INEN-ISO 21469 Seguridad de las máquinas. lubricantes en contacto ocasional con el producto. requisitos de higiene

Las normas INEN son una traducción exacta de las normas internacionales ISO. Es importante tener esto en cuenta ya que durante el desarrollo de este trabajo de titulación nos referiremos a las normas internacionales originales.

2.7 Materiales utilizados en equipos de procesamiento de alimentos

Los principales materiales que se usan en equipos para el procesamiento de alimentos son metales y plásticos. Los materiales utilizados en la construcción de equipos en contacto con alimentos deben tener las siguientes propiedades: (1) resistencia mecánica, (2) fácil de fabricar, (3) fácil de reparar, (4) resistencia a la corrosión, (5) propiedades higiénicas y (6) propiedades térmicas deseables. (Saravacos et al., 2002)

2.7.1 Metales

Los metales son los materiales más importantes en equipos de procesamiento de alimentos. Los metales se pueden clasificar en dos categorías: metales ferrosos y sus aleaciones y metales no ferrosos. Para la industria de procesamiento de alimentos se trabaja con aceros inoxidable.

2.7.1.1 Aceros inoxidables

Los aceros inoxidables se caracterizan por su alta resistencia a la corrosión. Pueden ser empleados de manera segura en la construcción de equipos que tienen contacto con alimentos. Los aceros inoxidables más comunes son el 304 y 316. (Baker, 2013)

2.7.2 Materiales plásticos

Los plásticos, debido a su resistencia química única y otras características, se utilizan ampliamente como materia prima para la tubería, para el sellado elastomérico y empaques. Ya no es justificable pensar en un plástico como un simple sustituto barato de otros materiales. El plástico se ha convertido en el material de elección para los sistemas de tuberías utilizados para

transportar diversos líquidos, productos químicos, productos farmacéuticos, combustibles líquidos y gases combustibles, y los que se utilizan para el agua de alcantarillado subterráneo. (Frankel, 2010)

2.8 Principios de diseño higiénico

2.8.1 *Requerimientos funcionales para la higiene*

- Facilidad de limpieza
- Prevención de ingreso de microorganismos
- Prevención de crecimiento de microorganismos
- Prevención del ingreso o infestación de plagas
- Prevención de contaminación por partículas extrañas
- Prevención de contaminación química

2.8.2 *Requerimientos superficiales y geométricos*

- Superficies suaves, pulidas y no porosas.
- Superficies visibles para fácil inspección.

2.8.3 *Requerimientos en juntas soldadas*

Las juntas permanentes deben ser continuas y libre de imperfecciones. (EHEDG , 2018)

2.8.4 *Requerimientos de drenado*

El exterior e interior de todo equipo debe ser autodrenable. Para el autodrenado se deben evitar las superficies planas y deben tener a un lado una pendiente con un ángulo mínimo de 3°. (EHEDG , 2018)

2.9 Diseño higiénico y selección de componentes

2.9.1 Tanques

El diseño de tanques para líquidos debe tomar en consideración la facilidad de limpieza. Para realizar una limpieza manual en el tanque, el diámetro y la altura del tanque deben ser accesibles. Es recomendable que el tanque posea tapas para facilitar la inspección. (López et al., 2005)

2.9.2 Bombas

Las bombas son equipos de diseño estándar. Los factores a considerar para la selección de una bomba son:

- La presión requerida
- El flujo volumétrico
- Las propiedades del fluido a manejar

2.9.2.1 Bombas de caudal y presión

Para el suministro de caudal y presión a un sistema en el mercado se encuentran bombas construidas en acero inoxidable de dos tipos.

- Bombas centrífugas
- Bombas multietapa

2.9.2.2 Bombas dosificadoras

Son diseñadas específicamente para el acondicionamiento de agua. Las bombas dosificadoras se comercializan con un conjunto de accesorios como válvula de pies, tubería flexible y tanque de químico. Las marcas más usadas son:

- UNI-DOSE
- PULSATRON

2.9.3 Tuberías

Una tubería en términos generales es un cuerpo tubular hueco que se usa para transportar cualquier producto que posea características de flujo tales como líquidos, gases, vapores, sólidos licuados, y polvos finos. El diseño higiénico de sistemas de tuberías persigue el prevenir fugas. (Parisher et al., 2012)

2.9.4 Accesorios

Los accesorios son componentes de tubería que se fabrican para usarse en funciones específicas a lo largo del enrutamiento de una tubería. Los accesorios pueden hacer cambios de dirección (codo), crear una rama desde un tubo principal (tee) o reducir el diámetro del tubo (reductor). (Parisher et al., 2012)

2.9.5 Válvulas

Las válvulas son instrumentos que activan, regulan o detienen la circulación de líquidos o gases mediante una pieza que abre, cierra u obstruye en forma parcial orificios. Existen diferentes tipos de válvulas que se utilizan en la industria y cada una de ellas tiene su propio mecanismo de funcionamiento y aplicación para la cual fue diseñada.

2.9.5.1 Electroválvula

Son válvulas que se activan por corriente eléctrica. En una posición permite el paso del fluido mientras que en la otra el paso se cierra (no hay paso). (Roldán Vilorio, 2003)

2.9.5.2 Válvula check

Todas las válvulas de retención o check permiten el flujo en una sola dirección y evitan el flujo en la dirección inversa. (Hárdee, 2008)

2.9.5.3 Válvula de pie

Las válvulas de pie son empleadas en la entrada de la tubería de succión y es común que estén equipadas con un filtro que mantiene cualquier objeto extraño fuera del sistema. Este tipo de válvula requiere que el fluido tenga una velocidad mínima para lograr la apertura de la válvula. (Mott, 2006)

2.9.5.4 Válvula de globo

Las válvulas de globo permiten el paso de fluido a través de ellas mediante el giro de la llave en su parte superior, lo que produce que el dispositivo sellador se eleve en forma vertical dejando espacio para la circulación de fluido. Esta válvula funciona eficientemente cuando se requiere una estrangulación de flujo en el sistema de lo contrario provocaría un desperdicio grande de energía. (Mott, 2006)

2.9.6 Filtros de agua

2.9.6.1 Filtro de línea Y

Los filtros Y son dispositivos que remueven mecánicamente sólidos de vapor, gases o líquidos circulantes en un sistema de tuberías por medio de un elemento colador de malla de alambre. Se utilizan en tuberías para proteger bombas, medidores, válvulas de control, purgadoras de vapor, reguladores y otros equipos de proceso. (LENNTECH)

2.9.6.2 Filtro autolimpiante de agua

Es un dispositivo que automáticamente se deshace de partículas obstruyentes o suciedad en un determinado periodo de tiempo. Funciona mediante el atrapamiento/retención de las partículas indeseadas para luego realizar la purga o remoción de las mismas. (Filson Filter)

El filtro autolimpiante puede funcionar mediante dos operaciones diferentes.

- Filtro autolimpiante por absorción de agua

El filtro de absorción de agua está compuesto de fibras multifuncionales de absorción de agua. Es capaz de absorber y eliminar partículas sucias del agua por sus características de súper absorción.

- Filtro autolimpiante de agua por tamizado

Estos filtros se pueden fabricar utilizando una placa perforada que soporta una malla de alambre de tejido fino. Estos tipos de filtros se utilizan generalmente como un proceso en línea.

2.9.7 Ejes y rodamientos

Los ejes deberán poder limpiarse en su lugar o ser de fácil acceso para la limpieza, desinfección e inspección. Siempre que sea posible, los rodamientos lubricados, incluido el tipo sellado permanente, deben ubicarse fuera de la superficie de contacto con el producto con un espacio libre

adecuado para la inspección entre el cojinete y cualquier superficie de contacto con el producto. (ISO , 2002)

2.9.8 Shiglores o boquillas

2.9.8.1 Boquillas de abanico cónico

Las boquillas de pulverización planas producen gotas de tamaño pequeño a mediano que forman un patrón de pulverización plano o de hoja que se usa normalmente en colectores y cabezales. El patrón de rociado plano es ideal para limpiar, enjuagar, lavar a presión, enfriar, revestir y preparar superficies. (Spraying Systems Co., 2019)

2.9.8.2 Boquillas de abanico plano

Las boquillas de abanico cónico producen gotas de tamaño mediano a grande que forman un patrón de rociado sólido en forma de cono con un área de impacto redonda. El diseño único de la paleta presenta grandes pasos de flujo para proporcionar un control superior y una distribución uniforme. El patrón de rociado de cono completo es ideal para lavar, enjuagar, enfriar, controlar el polvo y proteger contra incendios. (Spraying Systems Co., 2019)

2.9.9 Motorreductores

El motorreductor es un mecanismo que por medio de transmisión mecánica realiza la reducción de velocidad que le llega a su entrada en la misma proporción que aumenta el par y esta es una ventaja importante. Se utilizan debido a que la velocidad a la que operan las máquinas no es normalmente alta. (Álvarez Pulido, 2000)

2.9.10 Cepillos

Son elementos que rotan en sentidos contrarios el uno respecto al otro mientras que el elemento a limpiar se desplaza en la mitad de ambos.

2.9.10.1 Cepillo tipo circular plano o de disco

Los cepillos de disco se denominan así porque se construyen en forma de disco y sus cerdas se ubican perpendicularmente a su base.

2.9.10.2 *Cepillo tipo cilíndrico*

Son cepillos de cerdas plásticas que se colocan radialmente a lo largo de una longitud determinada.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Diseño concurrente

En este trabajo se siguen las pautas provistas por Carles Rivas Romeva para el diseño concurrente de la lavadora de ganchos. La ingeniería concurrente permite disminuir el tiempo de diseño y desarrollo de productos o proyectos de alta complejidad. El objetivo de esta metodología es definir inicialmente una estructura modular del producto para y se dividen las tareas en subproyectos (resuelven paralelamente) y así se reduce la complejidad del proyecto. (Riba Romeva, 2002)

3.2 Consideraciones iniciales

3.2.1 *Configuración actual del riel y cadena*

Los ganchos se desplazan desde el área empaque hacia el área de transferencia de eviscerado, en las fotografías de la parte inferior se ve la configuración de los ganchos. En la figura 1-3 se observa una vista general del proceso de transporte de aves en la planta industrial.



Figura 1-3. Vista general del proceso de transporte de aves

Realizado por: Díaz W. 2021

En la figura 2-3 se observan dos rieles, una con ganchos sujetando aves y otra con ganchos vacíos.



Figura 2-3. Ganchos vacíos y ganchos con aves

Realizado por: Díaz W. 2021

En la figura 3-3 se presenta una vista general del área de eviscerado.



Figura 3-3. Área de eviscerado

Realizado por: Díaz W. 2021

3.2.2 Medidas y Geometría del gancho a lavar

Las medidas del gancho a lavar se muestran en la figura 4-3 en la cual se incluye dos vistas y un modelo tridimensional para facilitar la visualización de la superficie a lavar.

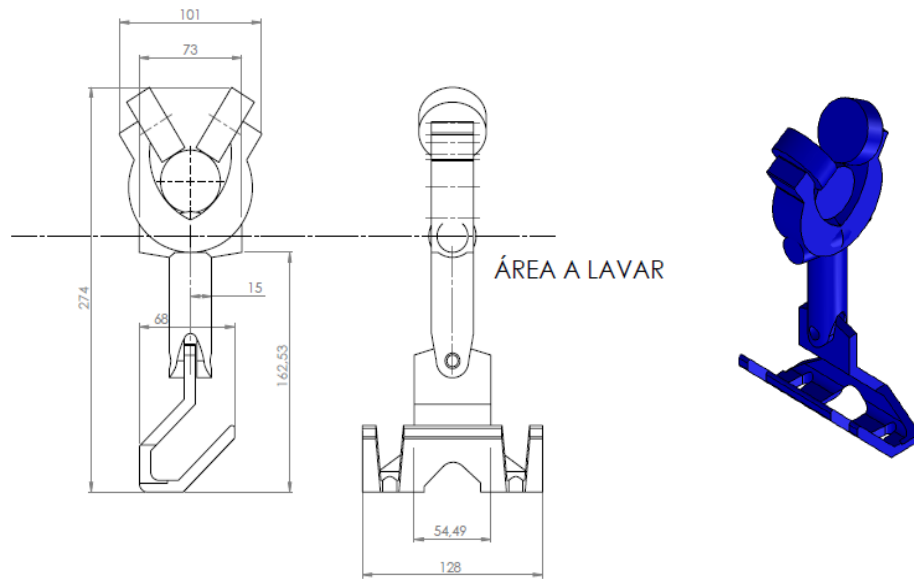


Figura 4-3. Dimensiones del gancho

Realizado por: Díaz W. 2021

3.2.3 Ubicación del sistema de lavado de gancho

El sistema de equipos se colocará en cuarto ubicado en la terraza del área de Empaque que tiene por medidas de 4x4, 8x2,5 m, como se observa en la figura 5-3.



Figura 5-3. Ubicación de máquina lavadora de ganchos

Realizado por: Díaz W. 2021

3.3 Identificación de necesidades

3.3.1 *Voz del usuario*

En este apartado se analizan los requerimientos del usuario de la lavadora de ganchos es decir la planta de procesamiento de aves.

- Evitar acumulación de desperdicios
- Fácil limpieza
- Fácil inspección
- Durable
- Fácil mantenimiento
- Ubicación en cuarto de terraza
- Calidad de materiales
- Sin manipulación humana en proceso
- Bajo coste de reparación
- Ahorro de agua

3.3.2 *Voz del ingeniero*

Es la traducción de las demandas subjetivas del cliente en características de la lavadora de ganchos de acuerdo a nuestro alcance y que satisfagan a las demandas del cliente.

- Normas de higiene
- Facilidad de desmantelamiento y montaje
- Accesibilidad
- Drenaje
- Facilidad de instalación
- Diseño sanitario
- Ausencia de depósitos
- Superficies lisas
- Selección de transmisiones de potencia
- Selección de bombas

3.3.3 Análisis de competencias

En las siguientes tablas se precisa la información de las lavadoras de ganchos posicionadas en el mercado. En la tabla 1-3 se indican las especificaciones técnicas de la lavadora de ganchos de cepillos horizontales desarrollada por la empresa TEKPRO mientras que en la tabla 2-3 se muestran las características de la lavadora de ganchos de cepillos circulares fabricada por la empresa INDUMETAVI.

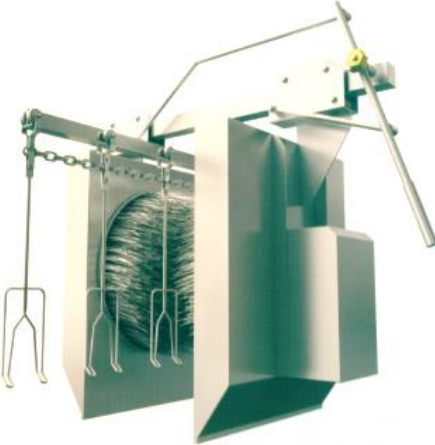
Tabla 1-3: Lavadora de ganchos TEKPRO

Competencia 1			
Empresa de ingeniería:	TEKPRO	Dirección:	Medellín - Colombia
Tipo de máquina:	Lavadora de ganchos	Modelo	LGC080
Equipo			
			
Especificaciones Técnicas			
Descripción		Parámetros	
Material predominante		Acero inoxidable	
Tipo de cepillos		Cilíndricos	
Material de cepillos		Nylon Endurecido	
Material de cerdas abrasivas		Plásticas	
Accionamiento		Motorreductor	
Longitud (mm)		1035	
Ancho (mm)		940	
Alto(mm)		906	

Fuente: (TEKPRO, 2016)

Realizado por: Díaz W. 2021

Tabla 2-3: Lavadora de ganchos INDUMETAVI

Competencia 2			
Empresa de ingeniería:	INDUMETAVI	Dirección:	Santa Fe-Argentina
Tipo de máquina:	Lavadora de ganchos	Modelo	LGI01
Equipo			
			
Especificaciones Técnicas			
Descripción		Parámetros	
Material predominante		Acero inoxidable AISI 304	
Tipo de cepillos		Cilíndricos	
Material de cepillos		Nylon Endurecido	
Material de cerdas abrasivas		Plásticas	
Accionamiento		Motor	
Potencia de elemento accionador		0,5 CV X 1500 rpm	
Longitud (mm)		1064	
Ancho (mm)		800	
Alto(mm)		1273	

Fuente: (INDUMETAVI, 2019)

Realizado por: Díaz W. 2021

3.3.4 Lista de referencia de especificaciones

De entrevistas realizadas con operarios del área de limpieza y funcionarios de la planta de procesamiento de aves se obtuvo varias recomendaciones que se enuncian en la tabla 3-3 y que se tomarán en cuenta para conseguir un diseño satisfactorio para el cliente.

Tabla 3-3: Listado de especificaciones del equipo de lavado de ganchos

Especificaciones técnicas				
Concepto	Fecha	Propone	R/ D	Descripción
Función		C	R	Sistema para lavado de ganchos
		C+I	R	Fases separadas de lavado en prelavado, cepillado y enjuague
		C	R	Boquillas/Shiglores a presión máxima de 7 bar y caudal máximo de 8 litros por minuto
		C	R	Utilizar motorreductor marca Rossi 1HP a 120 rpm (Cepillado)
		C+I	D	Reutilizar agua de lavado
		C	D	Utilizar vapor de la línea para calentar agua
		C	R	Eliminar malos olores
Dimensión		C	R	Cuarto 4X4,8X2,5 m
Materiales		C+I	C+I	Acero Inoxidable y plástico
Mantenimiento		C+I	D	Rápido y de costo reducido
Limpieza		I	R	Diseño Higiénico
Vida útil		C	R	15 años
Aspectos legales		C+I	R	Cumplir normativas que garanticen el diseño higiénico

Propone: C = Cliente; I = Ingeniería; R/D: R = Requerimiento, MR = Modificación de requerimiento, NR = Nuevo requerimiento, D = Deseo

Fuente: Díaz W. 2021

Realizado por: Díaz W. 2021

3.4 Despliegue de la función de la calidad

En la figura 6-3 se indica el despliegue de la función de la calidad para la máquina lavadora de ganchos.

B	BÁSICO
O	UNIDIRECCIONAL
E	ESTIMULANTE

●	MUY POSITIVA
○	POSITIVA
×	NEGATIVA
▽	MUY NEGATIVA

VOZ DEL USUARIO	VOZ DEL INGENIERO	COMPROMISOS											Evaluación Usuario							
		Normas de higiene	Facilidad de desmantelamiento	Accesibilidad	Calidad de materiales	Facilidad de instalación	Diseño sanitario	Ventilación	Superficies lisas	Intercambiabilidad repuestos	Recirculación	Pulverizado eficiente	Importancia	Propia empresa	Competencia 1	Competencia 2	Objetivos	Indicadores de mejora	Factor de venta	Ponderación
Evitar acumulación de desperdicios	O	●			●	●	●	●				5	1	2	2	5	5	1,2	30,0	15,4
Fácil Limpieza	B	○	●			○	○					2	1	2	3	4	4	1,2	9,5	4,9
Fácil inspección	B	▽	●									3	1	2	2	4	4	1,2	14,4	7,4
Durable	E			●				●				3	1	5	4	4	4	1,2	14,4	7,4
Fácil mantenimiento	B	●	○	●	●					○		4	1	1	2	5	5	1,2	24,0	12,4
Ubicación en cuarto de terraza	E				●	○						5	1	1	1	5	5	1,5	37,5	19,3
No corrosión	B	○		●	●	○	○					4	1	5	5	4	4	1,2	19,2	9,9
Eliminar malos olores	B	●				●	●					4	1	1	1	4	4	1	15,0	8,2
Sin manipulación humana	O								●			3	1	5	5	4	4	1,5	15,0	9,3
Bajo costo de reparación	O		●					●	●	●		2	1	4	3	3	3	1,2	7,5	3,7
Ahorro de agua	B					▽			●	●		2	1	3	4	2	2	1	4,0	2,1
																			194,3	100

Propia empresa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Competencia 1	5	3	2	4	3	2	4	4	1	3	4
Competencia 2	5	2	2	4	3	3	5	4	1	2	4
Incidencia	515	216	216	709,2	553,5	732,1	543,6	500,4	194,4	198	270
Incidencia en %	11	4,6	4,6	15,3	11,9	15,8	11,7	10,8	4,2	4,3	5,9

ESPECIFICACIONES

NTE-INEN ISO	Usar elementos estándar	Espacio 4x4,8x2,5 m	Aceros inoxidables	Roscas/bridas/pernos ISO y EHEDG	Extractor de vahos	Rugosidad ≤ 0,8 μm	Accesorios normados	Reutilización de agua	8-10 bar y máx. 7 lpm
--------------	-------------------------	---------------------	--------------------	----------------------------------	--------------------	--------------------	---------------------	-----------------------	-----------------------

FACTOR DE INCIDENCIA	
FUERTE=9	●
MEDIO=3	○
BAJO=1	▽

FACTOR DE VENTA	
FUERTE=1,5	●
POSIBLE=1,25	●
NINGUNO=1	

Figura 6-3. Casa de la calidad

Realizado por: Díaz W. 2021

3.4.2 Diseño conceptual y funcional

3.4.2.1 Nivel Cero

Representa la función principal de la lavadora de ganchos como un único bloque llamado “caja negra”.

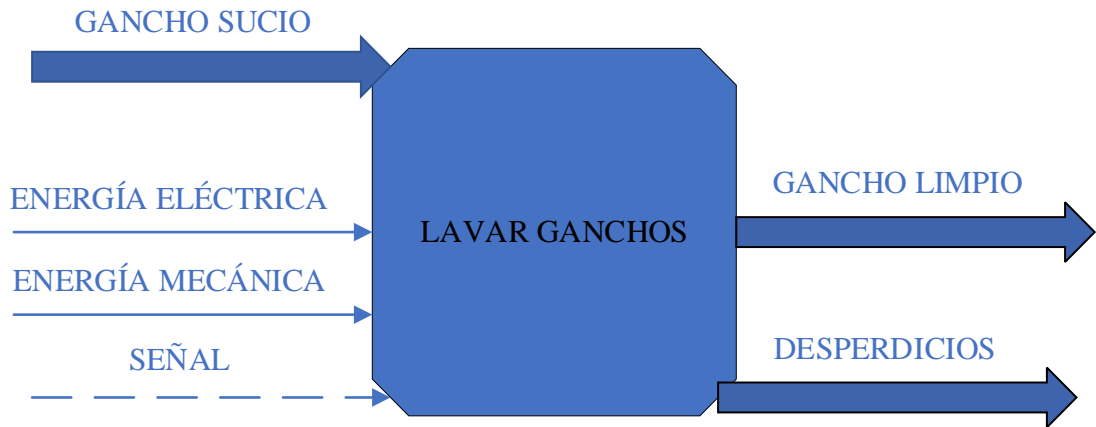


Figura 7-3. Función global de la máquina lavadora de ganchos

Realizado por: Díaz W. 2021

De acuerdo a la figura 7-3 se determina que la lavadora de ganchos se encarga de limpiar ganchos sucios mediante el uso de energía eléctrica que acciona motores que ponen en marcha el proceso para luego con energía mecánica proveniente de bombas realizar un pulverizado con agua del gancho, todo esto mediante un control automático del proceso a través de señales, como resultado de realizar esas operaciones obtenemos un gancho limpio al salir de la maquia y también se generan desperdicios.

3.4.2.2 Nivel Uno

El diseño modular de la maquina lavadora de ganchos resulta de la división de la lavadora en varias funciones que cumple para lograr el objetivo de lavar ganchos, las funciones que se interrelacionen se agrupan en módulos. Los módulos que obtenidos de la maquina lavadora de ganchos se muestran en la figura 8-3 y como se observan envuelven un grado de complejidad.

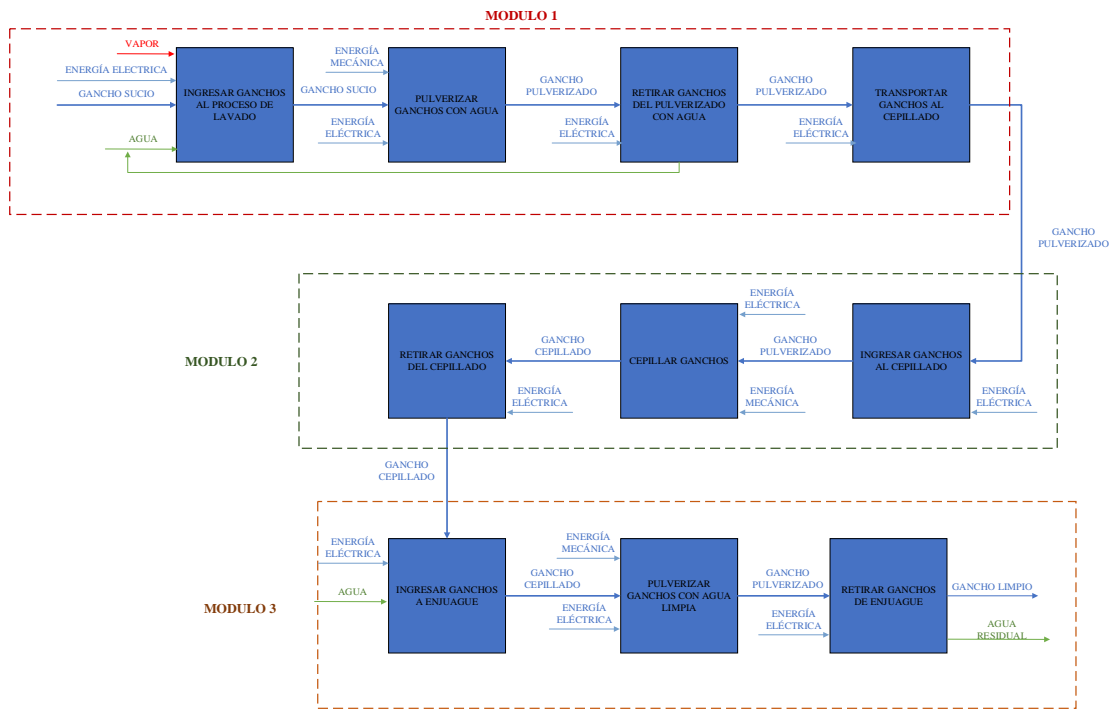


Figura 8-3. Estructura funcional de la máquina lavadora de ganchos

Realizado por: Díaz W. 2021

3.4.3 Definición de módulos

Los módulos de la máquina lavadora de ganchos durante el desarrollo de este trabajo escrito se denominarán fases y se tratarán independientemente cada uno de ellos, pero estas fases en conjunto sirven al propósito de limpiar ganchos.

Los módulos o fases son:

- Prelavado
- Cepillado
- Enjuague

Al realizar la concepción de la máquina con los módulos indicados, se tiene asegurada la satisfacción del cliente y usuario.

3.4.4 Descripción de módulos

3.4.4.1 Módulo 1 o fase de prelavado

La fase de prelavado de ganchos es un proceso que tiene por finalidad humedecer a los ganchos que se encuentran libres de aves porque provienen del último proceso de uso en la planta. A continuación, se describen las funciones de la fase prelavado.

- Almacenar agua: Acumula agua limpia proveniente de un reservorio.
- Bombear agua: Impulsa el agua a través de las tuberías

- Pulverizar agua: Rocía agua a los ganchos para humedecerlos
- Filtrar agua: Limpia el agua utilizada en el pulverizado de ganchos con el propósito de reutilizarla.
- Calentar agua: Incrementar la temperatura del agua para eliminar microorganismos y bacterias.

3.4.4.2 Módulo 2 o fase de cepillado

La fase de cepillado de ganchos es un proceso que cumple la única función de retirar posibles residuos de piel, sangre o grasa que no se pudieran remover en la fase prelavado del gancho, se consigue realizar esto mediante la fricción entre dos rodillos con cerdas plásticas que giran el uno con respecto al otro en sentidos contrarios mientras que el gancho se desplaza por la mitad de ellos. A continuación, se describe las funciones de la fase de cepillado.

3.4.4.3 Módulo 3 o fase de enjuague

El enjuague de ganchos es una fase del lavado que debe asegurar la correcta limpieza de los ganchos al final de proceso de lavado de los mismos. Es la fase posterior al cepillado y se encarga de pulverizar agua y desinfectante a los ganchos. Las tareas que cumple la fase de enjuague se describen a continuación.

- Almacenar agua: Acumula agua limpia proveniente de un reservorio.
- Bombear agua: Impulsa el agua a través de las tuberías
- Pulverizar agua: Rocía agua a los ganchos para remover residuos

3.5 Análisis de alternativas

3.5.1 Alternativas para la fase de prelavado de ganchos

Alternativas para las funciones de la fase de prelavado

3.5.1.1 Almacenamiento de agua

- Tanque

3.5.1.2 Bombeo de agua

- Bombas centrifugas
- Bombas multietapa

3.5.1.3 Transporte de agua

El líquido a bombear necesita desplazarse a través del recorrido por una tubería y accesorios que permitan unir a la misma, pueden ser fabricados de los siguientes materiales.

- Acero Inoxidable AISI 316
- Acero Inoxidable AISI 304
- Acero Inoxidable AISI 304L

3.5.1.4 Dosificación de químico al agua

- PULSATRON
- UNI-DOSE

3.5.1.5 Pulverizado de agua

- Boquillas de abanico cónico
- Boquillas de abanico plano

3.5.1.6 Filtración de agua

- Filtro por absorción de agua
- Filtro por tamizado de agua

3.5.1.7 Calentamiento de agua

- Calentador eléctrico: Es un calentador de inmersión utilizado para calentar gases y líquidos en tanques donde el requerimiento principal es mantener un control óptimo de la temperatura.
- Inyector de vapor: Un inyector de vapor es utilizado para aumentar la temperatura del agua, generalmente en un tanque

3.5.1.8 Extracción de olores











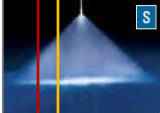
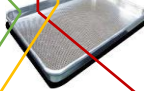






La extracción de malos olores o vahos se realiza mediante una unidad de extracción de aire. Se encuentran disponibles en el mercado dos opciones apropiadas para la fase de prelavado.

- Unidades de extracción con turbina a reacción: Álabes hacia atrás
- Unidades de extracción con turbina a acción/multipala: Álabes hacia adelante

3.5.2 Matriz morfológica de la fase prelavado

La matriz morfológica de la fase de prelavado se observa en la tabla 4-3.

Tabla 4-3: Matriz morfológica de la fase de prelavado

Alternativas Función	1	2	3
Almacenamiento de agua		 Tanque	
Bombeo de agua	 Multietapa horizontal	 Multietapa vertical	 Centrífuga
Transporte de agua	 AISI 316	 AISI 304	 AISI 304 L
Dosificación de químico al agua	 PULSATRON	 UNI-DOSE	
Pulverización de agua	 Cónico	 Plano	
Recolección de agua pulverizada		 Bandeja	
Filtración de agua de ingreso	 Absorción de agua		 Tamizado
Ablandamiento de agua	 WHI	 IN25M	
Extracción de olores	 Turbina a reacción	 Multipala	
SOLUCIÓN	A	B	C

Realizado por: Díaz W. 2021

3.5.2.2 Solución A de la fase de prelavado

Las características de la solución A para la fase de prelavado se resumen en la tabla 5-3.

Tabla 5-3: Componentes de la solución A de la fase de prelavado

Función	Solución A
Almacenamiento de agua	Tanque acero inoxidable AISI 316
Bombeo de agua	Bomba multietapa horizontal
Transporte de agua	Tubería y accesorios de acero inoxidable AISI 316
Dosificación de químico al agua	Dosificador de químico PULSATRON
Pulverización de agua	Boquilla de abanico cónico
Recolección de agua pulverizada	Bandeja colectora de acero inoxidable 316
Filtración de agua de ingreso	Filtro de cartucho
Ablandamiento de agua	Calentador eléctrico de agua
Extracción de olores	Extractor de aire con turbina a reacción

Realizado por: Díaz W. 2021

En la figura 9-3 se muestra el modelado 3D de la solución A para la fase de prelavado.

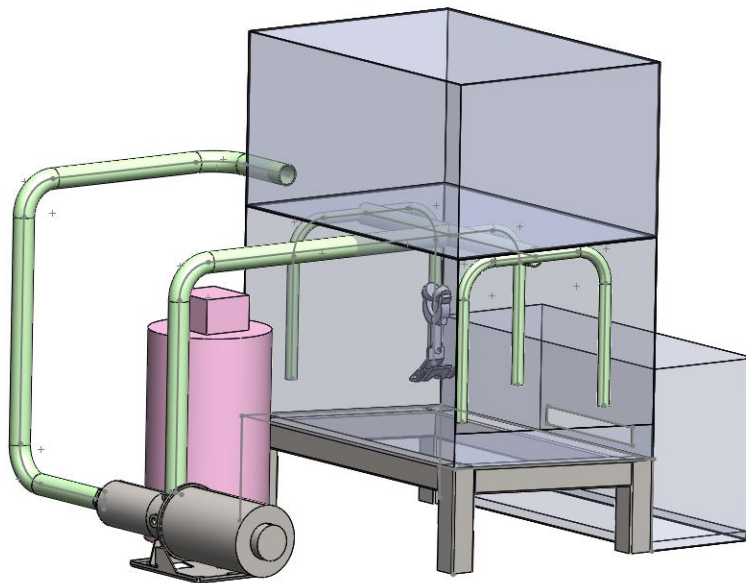


Figura 9-3. Solución A de la fase de prelavado

Realizado por: Díaz W. 2021

Ventajas

- Alta calidad de materiales
- Diseño compacto
- Calentamiento rápido

Desventajas

- Costo elevado
- Filtro no reutilizable
- Pulverizado no focalizado

3.5.2.3 Solución B de la fase de prelavado

En la tabla 6-3 se indican las características de la solución B para la fase de prelavado.

Tabla 6-3: Componentes de la solución B de la fase de prelavado

Función	Solución B
Almacenamiento de agua	Tanque acero inoxidable AISI 304
Bombeo de agua	Bomba multietapa vertical
Transporte de agua	Tubería y accesorios de acero inoxidable AISI 304
Dosificación de químico al agua	Dosificador de químico UNI-DOS
Pulverización de agua	Boquilla de abanico plano
Recolección de agua pulverizada	Bandeja colectora de acero inoxidable 304
Filtración de agua de ingreso	Filtro de tamiz
Ablandamiento de agua	Inyector de vapor
Extracción de olores	Extractor de aire con turbina multipala

Realizado por: Díaz W. 2021

En la figura 10-3 se muestra el modelado 3D de la solución B de la fase de prelavado.

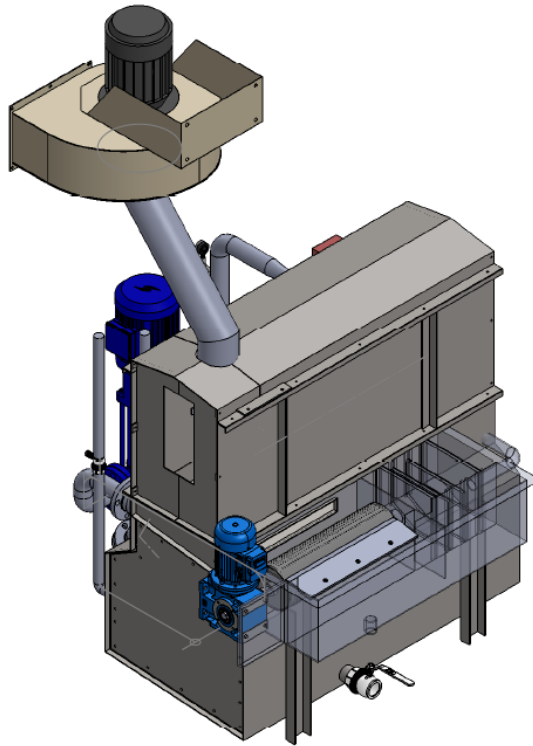


Figura 10-3. Solución B de la fase de prelavado

Realizado por: Díaz W. 2021

Ventajas

- Acero accesible en el mercado
- Pulverizado focalizado
- Utilización de vapor de la planta

Desventajas

- Mantenimiento demoroso
- Alineamiento de tubería obligatorio
- Perdidas de calor

3.5.2.4 Solución C de la fase de prelavado

Las características de la solución C para la fase de prelavado se resumen en la tabla 7-3.

Tabla 7-3: Componentes de la solución C de la fase de prelavado

Función	Solución C
Almacenamiento de agua	Tanque acero inoxidable AISI 304L
Bombeo de agua	Bomba centrífuga
Transporte de agua	Tubería y accesorios de acero inoxidable AISI 304L
Dosificación de químico al agua	Dosificador de químico UNI-DOS
Pulverización de agua	Boquilla de abanico plano
Recolección de agua pulverizada	Bandeja colectora de acero inoxidable 304L
Filtración de agua de ingreso	Filtro de cartucho
Ablandamiento de agua	Calentador eléctrico de agua
Extracción de olores	Extractor de aire con turbina a reacción

Realizado por: Díaz W. 2021

En la figura 11-3 se muestra el modelado 3D de la solución C de la fase de prelavado.

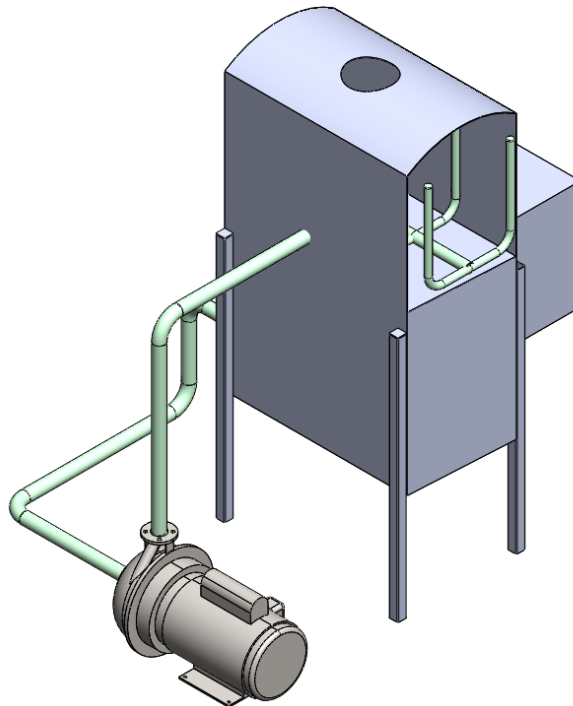


Figura 11-3. Solución de la fase C de prelavado

Realizado por: Díaz W. 2021

Ventajas

- Calidad alta de materiales
- Facilidad de montaje

- Mantenimiento simple

Desventajas

- Espacio no optimizado
- Alto costo
- Materiales no accesibles en el mercado

3.5.3 Alternativas para la fase de cepillado de ganchos

3.5.3.1 Accionamiento de ejes

- Motorreductor

3.5.3.2 Soporte

Es el sostén de los componentes de la fase de cepillado y podemos proyectarlo de dos maneras diferente.

- Bastidor
- Estructura

3.5.3.3 Sujeción

Para la sujeción del cuerpo de este módulo es necesario el uso de manguitos que permitan un acople rápido tanto para el montaje como el desmontaje de la máquina para su mantenimiento o limpieza.

3.5.3.4 Carcasa de cepillos

Es el elemento que nos permite la protección de los alrededores de la máquina contra salpicaduras, accidentes y contaminación. Puede concebirse mediante un diseño totalmente vertical o semi-horizontal.

- Vertical
- Semi-horizontal


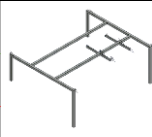



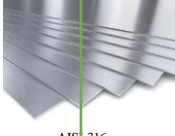

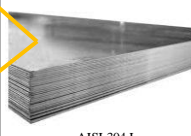



3.5.3.5 Cepillos

- Cepillo tipo circular plano o de disco
- Cepillo tipo cilíndrico

3.5.4 Matriz morfológica para la fase de cepillado

La matriz morfológica de la fase de cepillado se indica en la tabla 8-3.

Tabla 8-3: Matriz morfológica de la fase de cepillado

FASE DE CEPILLADO			
MODULO 2			
Alternativas Función	1	2	3
SopORTE de máquina	 Bastidor		 Estructura metálica
Sujeción de máquina		 Manguito	
Carcasa	 Vertical	 Semi-Horizontal	
Material	 AISI 316	 AISI 304	 AISI 304 L
Tipo de Cepillos	 Circular	 Cilindrico	
Accionamiento de ejes		 MOTORREDUCTOR	
SOLUCIÓN	A	B	C

Realizado por: Díaz W. 2021

3.5.4.2 Solución de A de la fase de cepillado

Las características de la solución A para la fase de cepillado se resumen en la tabla 9-3.

Tabla 9-3: Componentes de la solución A de la fase de cepillado

Función	Solución A
SopORTE de maquina	Estructura
Sujeción de maquina	Manguitos
Carcasa	Semi-Horizontal
Material	Acero inoxidable 316
Tipo de Cepillos	Circular
Accionamiento de ejes	Motorreductor

Realizado por: Díaz W. 2021

En la figura 12-3 se muestra el modelado 3D de la solución A de la fase de cepillado.

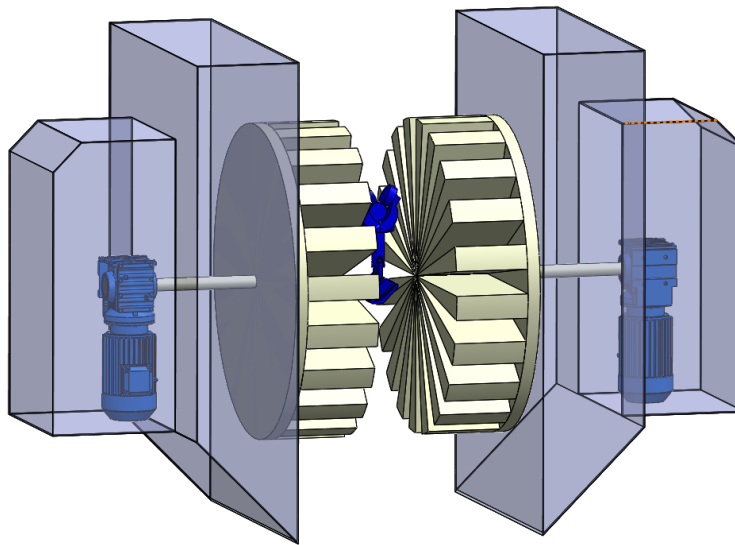


Figura 12-3. Solución A de la fase de cepillado

Realizado por: Díaz W. 2021

Ventajas

- Higiene
- Calidad de materiales alta
- Motores protegidos

Desventajas

- Costo alto
- Regulación horizontal de cepillos
- Mantenimiento demoroso

3.5.4.3 Solución B de la fase de cepillado

Las características de la solución B para la fase de cepillado se resumen en la tabla 10-3.

Tabla 10-3: Componentes de la solución B de la fase de cepillado

Función	Alternativa B
Soporte de maquina	Estructura
Sujeción de maquina	Manguitos
Carcasa	Semi-horizontal
Material	Acero inoxidable 304
Tipo de Cepillos	Cilíndrico
Accionamiento de ejes	Motorreductor

Realizado por: Díaz W. 2021

En la figura 15-3 se muestra el modelado 3D de la solución B de la fase de cepillado.

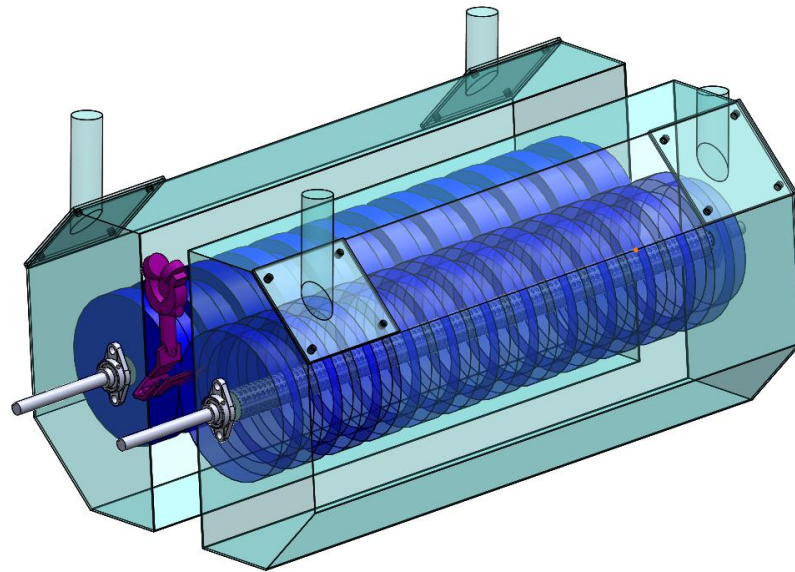


Figura 13-3. Solución B de la fase de cepillado

Realizado por: Díaz W. 2021

Ventajas

- Regulación vertical y horizontal
- Mantenimiento rápido
- Fácil inspección

Desventajas

- Costo alto
- Requiere estructura de soporte
- Limpieza lenta

3.5.4.4 Solución C de la fase de cepillado

Las características de la solución C para la fase de cepillado se resumen en la tabla 11-3.

Tabla 11-3: Componentes de la solución C de la fase cepillado

Función	Solución C
Soporte de maquina	Bastidor
Sujeción de maquina	Manguitos
Carcasa	Vertical
Material	Acero inoxidable 304L
Tipo de Cepillos	Cilíndrico
Accionamiento de ejes	Motorreductor

Realizado por: Díaz W. 2021

En la figura 14-3 se muestra el modelado 3D de la solución C de la fase de cepillado.

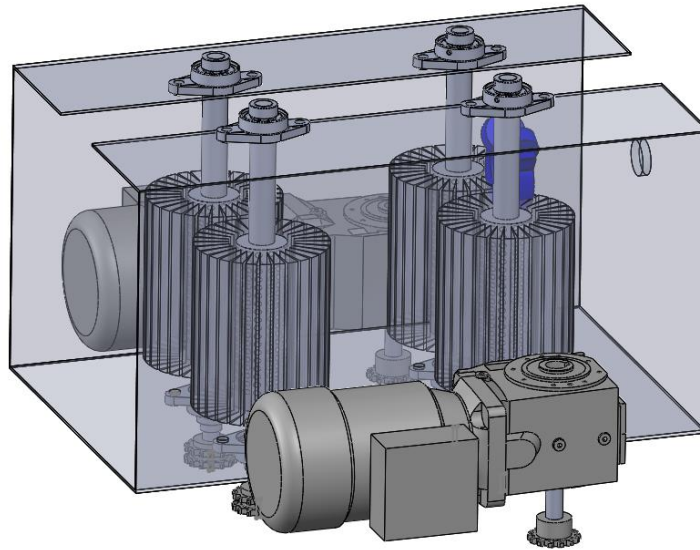


Figura 14-3. Solución C de la fase de cepillado

Realizado por: Díaz W. 2021

Ventajas

- Alto costo
- Higiene
- Geometría simple

Desventajas de la alternativa de solución C para la fase de cepillado

- Transmisión de movimiento compleja
- Cepillos personalizados
- Salpicaduras

3.5.5 Alternativas para la fase de enjuague de ganchos

3.5.5.1 Almacenamiento de agua

- Tanque

3.5.5.2 Bombeo de agua

- Bombeo de agua
- Bomba multietapa
- Bombas centrífuga

3.5.5.3 Transporte de agua

Los materiales que podemos disponer en el mercado para la construcción de la línea de agua y para la selección de materiales son:

- Acero Inoxidable AISI 316
- Acero Inoxidable AISI 304
- Acero Inoxidable AISI 304L

3.5.5.4 Dosificación de químico al agua

Las opciones que tenemos para la dosificación de químico a la línea de agua son:

- PULSATRON
- UNI-DOS

Pulverizado de agua




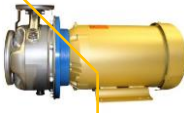





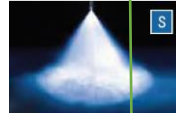
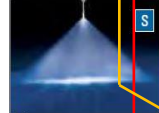
Para el rociado de agua a los ganchos en la fase de enjuague tenemos las siguientes opciones.

- Boquillas de abanico cónico
- Boquillas de abanico plano

3.5.6 Matriz morfológica para la fase de enjuague

En la tabla 12-3 se observa la matriz morfológica de la fase de enjuague.

Tabla 12-3: Matriz morfológica de la fase de enjuague

Alternativas Función	1	2	3
Almacenamiento de agua		 Tanque	
Bombeo de agua	 Multietapa horizontal	 Multietapa vertical	 Centrífuga
Transporte de agua	 AISI 316	 AISI 304	 AISI 304 L
Dosificación de químico al agua	 PULSATRON	 UNI-DOSE	
Pulverización de agua	 CONICO	 PLANO	
SOLUCIÓN	A	B	C

Realizado por: Díaz W. 2021

3.5.6.2 Solución A de la fase de enjuague

Las características de la solución A para la fase de enjuague se resumen en la tabla 13-3.

Tabla 13-3: Componentes de la solución A de la fase de enjuague

Función	Solución A
Almacenamiento de agua	Tanque acero inoxidable AISI 316
Bombeo de agua	Bomba multietapa horizontal
Transporte de agua	Tubería y accesorios de acero inoxidable AISI 316
Desinfección agua	Dosificador de químico PULSATRON
Pulverización de agua	Boquilla de abanico cónico

Realizado por: Díaz W. 2021

En la figura 15-3 se muestra el modelado 3D de la solución A de la fase de enjuague.

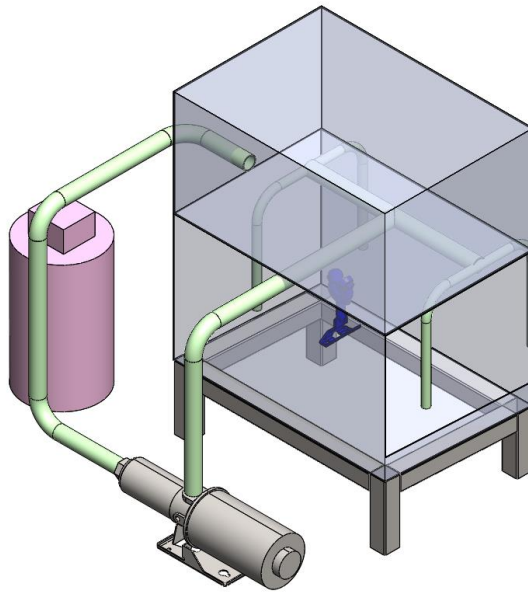


Figura 15-3. Solución A de la fase de enjuague

Realizado por: Díaz W. 2021

Ventajas

- Cebado automático de bomba
- Proceso compacto
- Alta calidad de materiales

Desventajas

- Pulverizado no focalizado
- Costo alto
- Mantenimiento demoroso

3.5.6.3 Solución B de la fase enjuague

Las características de la solución B para la fase de enjuague se resumen en la tabla 14-3.

Tabla 14-3: Componentes de la solución B de la fase de enjuague

Función	Solución B
Almacenamiento de agua	Tanque acero inoxidable AISI 304
Bombeo de agua	Bomba multietapa vertical
Transporte de agua	Tubería y accesorios de acero inoxidable AISI 304
Desinfección agua	Dosificador de químico UNI-DOSE
Pulverización de agua	Boquilla de abanico plano

Realizado por: Díaz W. 2021

En la figura 16-3 se muestra el modelado 3D de la solución B de la fase de enjuague.

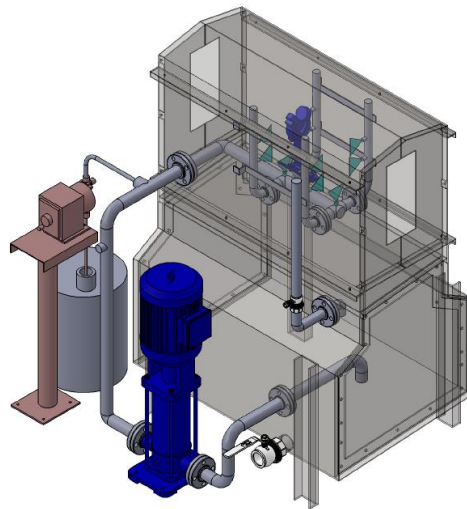


Figura 16-3. Solución B de la fase de enjuague

Realizado por: Díaz W. 2021

Ventajas

- Costo moderado
- Mantenimiento rápido
- Higiene

Desventajas de la alternativa de solución B para la fase de enjuague.

- Optimización de espacio
- Inspección lenta
- Verificación constante de uniones

3.5.6.4 Solución C de la fase de enjuague

Las características de la solución C para la fase de enjuague se resumen en la tabla 15-3.

Tabla 15-3: Componentes de la solución C de la fase de enjuague

Función	Solución C
Almacenamiento de agua	Tanque acero inoxidable AISI 304L
Bombeo de agua	Bomba centrífuga
Transporte de agua	Tubería y accesorios de acero inoxidable AISI 304L
Desinfección agua	Dosificador de químico UNI-DOSE
Pulverización de agua	Boquilla de abanico plano

Realizado por: Díaz W. 2021

En la figura 17-3 se muestra el modelado 3D de la solución C de la fase de enjuague.

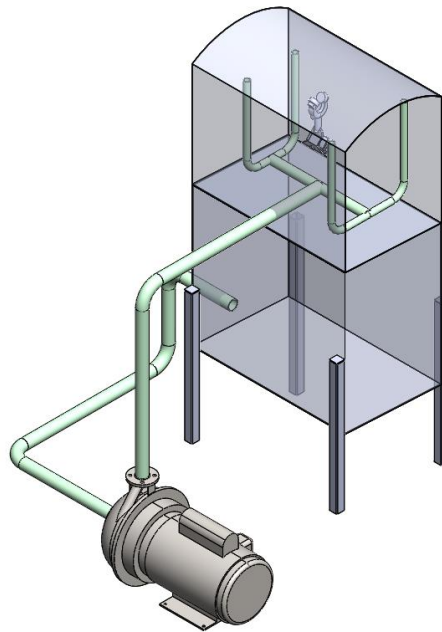


Figura 17-3. Solución C de la fase de enjuague

Realizado por: Díaz W. 2021

Ventajas

- Inspección fácil
- Instalación rápida

Desventajas de la alternativa de solución C

- Espacio no optimizado
- Alto costo

3.6 Evaluación de soluciones para cada fase de la máquina lavadora de ganchos

Se utiliza el método ordinal corregido de criterios ponderados para la evaluación de propuestas planteadas como solución para cada fase de la lavadora.

3.6.1 Evaluación de soluciones para la fase de prelavado

Se evalúa las soluciones de la fase de prelavado en base a cuatro criterios que son:

- Alta eficiencia
- Precio moderado
- Mantenimiento rápido
- Higiene

En la tabla 16-3 se evalúa el peso específico de cada criterio para la fase de prelavado.

Tabla 16-3: Evaluación del peso específico de los criterios para la fase de prelavado

Eficiencia > Precio = Mantenimiento = Higiene						
Criterio	Eficiencia	Precio	Mantenimiento	Higiene	$\Sigma+1$	Ponderación
Eficiencia		1	1	1	4	0,4
Precio	0		0,5	0,5	2	0,2
Mantenimiento	0	0,5		0,5	2	0,2
Higiene	0	0,5	0,5		2	0,2
Total					10	1

Fuente: Díaz W. 2021

Realizado por: Díaz W. 2021

El peso específico del criterio eficiencia para la fase de prelavado se evalúa en la tabla 17-3.

Tabla 17-3: Evaluación del peso específico del criterio eficiencia para el proceso de prelavado

Solución A = Solución B > Solución C					
Criterio	Solución A	Solución B	Solución C	$\Sigma+1$	Ponderación
Solución A		0,5	1	2,5	0,417
Solución B	0,5		1	2,5	0,417
Solución C	0	0		1	0,167
Total				6	1,000

Fuente: Díaz W. 2021

Realizado por: Díaz W. 2021

En la tabla 18-3 se evalúa el peso específico del criterio precio para la fase de prelavado.

Tabla 18-3: Evaluación del peso específico del criterio precio para la fase de prelavado

Solución B > Solución A = Solución C					
Criterio	Solución A	Solución B	Solución C	$\Sigma+1$	Ponderación
Solución A		0	0,5	0,5	0,167
Solución B	1		1	2	0,667
Solución C	0,5	0		0,5	0,167
Total				3	1

Fuente: Díaz W. 2021

Realizado por: Díaz W. 2021

En la tabla 19-3 se evalúa el peso específico del criterio mantenimiento para la fase de prelavado.

Tabla 19-3: Evaluación del peso específico del criterio mantenimiento para la fase de prelavado

Solución A = Solución B = Solución C					
Criterio	Solución A	Solución B	Solución C	$\Sigma+1$	Ponderación
Solución A		0,5	0,5	1	0,333
Solución B	0,5		0,5	1	0,333
Solución C	0,5	0,5		1	0,333
Total				3	1

Fuente: Díaz W. 2021

Realizado por: Díaz W. 2021

En la tabla 20-3 se evalúa el peso específico del criterio higiene para la fase de prelavado.

Tabla 20-3: Evaluación del peso específico del criterio higiene para la fase de prelavado

Solución B > Solución A = Solución C					
Criterio	Solución A	Solución B	Solución C	$\Sigma+1$	Ponderación
Solución A		0	0,5	0,5	0,167
Solución B	1		1	2	0,667
Solución C	0,5	0		0,5	0,167
Total				3	1,000

Fuente: Díaz W. 2021

Realizado por: Díaz W. 2021

En la tabla 21-3 se presentan los resultados globales de la evaluación de los criterios y soluciones para la fase de prelavado. En color verde se resalta la solución más favorable para la fase de prelavado.

Tabla 21-3: Conclusiones y selección de la mejor solución para la fase de prelavado

Conclusión	Eficiencia	Precio	Mantenimiento	Higiene	Σ	Prioridad
Solución A	0,1667	0,0333	0,0667	0,0333	0,3000	2
Solución B	0,1667	0,1333	0,0667	0,0333	0,4000	1
Solución C	0,0667	0,0333	0,0667	0,0333	0,2000	3

Fuente: Díaz W. 2021

Realizado por: Díaz W. 2021

La solución B es la alternativa más conveniente para el proceso de prelavado de acuerdo a la tabla de conclusiones, se encuentra por encima de las soluciones A y C por un valor bastante alto en comparación a ellas.

3.6.2 Evaluación de soluciones para la fase de cepillado

Se evalúa las soluciones de la fase de cepillado en base a cuatro criterios que son:

- Mantenimiento rápido
- Fácil Fabricación
- Precio moderado
- Espacio limitado

El peso específico para cada criterio de la fase de enjuague se evalúa en la tabla 22-3.

Tabla 22-3: Evaluación del peso específico de los criterios para la fase de cepillado

Espacio > Mantenimiento > Precio > Fabricación						
Criterio	Mantenimiento	Fabricación	Precio	Espacio	$\Sigma+1$	Ponderación
Mantenimiento		1	1	0	3	0,2727
Fabricación	0		1	0	2	0,1818
Precio	0	1		0	2	0,1818
Espacio	1	1	1		4	0,3636
Total					11	1

Fuente: Díaz W. 2021

Realizado por: Díaz W. 2021

En la tabla 23-3 se evalúa el peso específico del criterio mantenimiento para la fase de cepillado.

Tabla 23-3: Evaluación del peso específico del criterio mantenimiento para la fase de cepillado

Solución B=Solución C > Solución A					
Criterio	Solución A	Solución B	Solución C	$\Sigma+1$	Ponderación
Solución A		0	0	1	0,167
Solución B	1		0,5	2,5	0,417
Solución C	1	0,5		2,5	0,417
Total				6	1,000

Fuente: Díaz W. 2021

Realizado por: Díaz W. 2021

En la tabla 24-3 se evalúa el peso específico del criterio fabricación para la fase de cepillado.

Tabla 24-3: Evaluación del peso específico del criterio fabricación para la fase de cepillado

Solución A = Solución C > Solución B					
Criterio	Solución A	Solución B	Solución C	$\Sigma+1$	Ponderación
Solución A		1	0,5	1,5	0,500
Solución B	0		0	0	0,000
Solución C	0,5	1		1,5	0,500
Total				3	1

Fuente: Díaz W. 2021

Realizado por: Díaz W. 2021

En la tabla 25-3 se evalúa el peso específico del criterio precio para la fase de cepillado.

Tabla 25-3: Evaluación del peso específico del criterio precio para la fase de cepillado

Solución A = Solución B = Solución C					
Criterio	Solución A	Solución B	Solución C	$\Sigma+1$	Ponderación
Solución A		0,5	0,5	1	0,333
Solución B	0,5		0,5	1	0,333
Solución C	0,5	0,5		1	0,333
Total				3	1

Fuente: Díaz W. 2021

Realizado por: Díaz W. 2021

En la tabla 26-3 se evalúa el peso específico del criterio espacio para la fase de cepillado.

Tabla 26-3: Evaluación del peso específico del criterio espacio para la fase de cepillado

Solución C > Solución B > Solución A					
Criterio	Solución A	Solución B	Solución C	$\Sigma+1$	Ponderación
Solución A		0	0	0	0,000
Solución B	1		0	1	0,333
Solución C	1	1		2	0,667
Total				3	1

Fuente: Díaz W. 2021

Realizado por: Díaz W. 2021

En la tabla 27-3 se presentan los resultados globales de la evaluación de los criterios y soluciones para la fase de cepillado. En color verde se resalta la solución más favorable para la fase de cepillado.

Tabla 27-3: Conclusiones y selección de la mejor solución para la fase de cepillado

Conclusión	Eficiencia	Precio	Mantenimiento	Higiene	Σ	Prioridad
Solución A	0,0455	0,0909	0,0606	0,0000	0,1970	3
Solución B	0,1136	0,0000	0,0606	0,2424	0,4167	2
Solución C	0,1136	0,0909	0,0606	0,2424	0,5076	1

Fuente: Díaz W. 2021

Realizado por: Díaz W. 2021

La tabla de conclusiones determina que la mejor solución para el proceso de cepillado es la solución C al tener el valor más alto entre los valores tabulados en la columna de sumatoria.

3.6.3 Evaluación de soluciones para la fase de enjuague

Se evalúa las soluciones del proceso de enjuague en base a cuatro criterios que son:

- Eficiencia
- Precio moderado
- Mantenimiento rápido
- Higiene

En la tabla 28-3 se evalúa el peso específico de los criterios para el proceso de enjuague.

Tabla 28-3: Evaluación del peso específico de los criterios para el proceso de enjuague

Eficiencia = Mantenimiento = Higiene > Precio						
Criterio	Eficiencia	Precio	Mantenimiento	Higiene	$\Sigma+1$	Ponderación
Eficiencia		1	0,5	0,5	3	0,3
Precio	0		0	0	1	0,1
Mantenimiento	0,5	1		0,5	3	0,3
Higiene	0,5	1	0,5		3	0,3
				Total	10	1

Fuente: Díaz W. 2021

Realizado por: Díaz W. 2021

En la tabla 29-3 se evalúa el peso específico del criterio eficiencia para el proceso de enjuague.

Tabla 29-3: Evaluación del peso específico del criterio eficiencia para el proceso de enjuague

Solución B > Solución A = Solución C					
Criterio	Solución A	Solución B	Solución C	$\Sigma+1$	Ponderación
Solución A		0	0,5	1,5	0,250
Solución B	1		1	3	0,500
Solución C	0,5	0		1,5	0,250
Total				6	1

Fuente: Díaz W. 2021

Realizado por: Díaz W. 2021

En la tabla 30-3 se evalúa el peso específico del criterio precio moderado para el proceso de enjuague.

Tabla 30-3: Evaluación del peso específico del criterio precio moderado para el proceso de enjuague

Solución B > Solución A = Solución C					
Criterio	Solución A	Solución B	Solución C	$\Sigma+1$	Ponderación
Solución A		0	0,5	0,5	0,167
Solución B	1		1	2	0,667
Solución C	0,5	0		0,5	0,167
Total				3	1

Fuente: Díaz W. 2021

Realizado por: Díaz W. 2021

En la tabla 31-3 se evalúa el peso específico del criterio mantenimiento rápido para el proceso de enjuague.

Tabla 31-3: Evaluación del peso específico del criterio mantenimiento rápido para el proceso de enjuague

Solución A = Solución B = Solución C					
Criterio	Solución A	Solución B	Solución C	$\Sigma+1$	Ponderación
Solución A		0,5	0,5	1	0,333
Solución B	0,5		0,5	1	0,333
Solución C	0,5	0,5		1	0,333
Total				3	1

Fuente: Díaz W. 2021

Realizado por: Díaz W. 2021

En la tabla 32-3 se evalúa el peso específico del criterio higiene para el proceso de enjuague.

Tabla 32-3: Evaluación del peso específico del criterio higiene para el proceso de enjuague

Solución B = Solución A = Solución C					
Criterio	Solución A	Solución B	Solución C	$\Sigma+1$	Ponderación
Solución A		0,5	0,5	1	0,333
Solución B	0,5		0,5	1	0,333
Solución C	0,5	0,5		1	0,333
Total				3	1

Fuente: Díaz W. 2021

Realizado por: Díaz W. 2021

En la tabla 33-3 se presentan los resultados globales de la evaluación de los criterios y soluciones para la fase de cepillado. En color verde se resalta la solución más favorable para la fase de cepillado.

Tabla 33-3: Conclusiones y selección de la mejor solución para el proceso de enjuague

Conclusión	Eficiencia	Precio	Mantenimiento	Higiene	Σ	Prioridad
Solución A	0,0750	0,0167	0,1000	0,1000	0,2917	2=3
Solución B	0,1500	0,0667	0,1000	0,1000	0,4167	1
Solución C	0,0750	0,0167	0,1000	0,1000	0,2917	2=3

Fuente: Díaz W. 2021

Realizado por: Díaz W. 2021

Para el proceso de enjuague la solución B es la mejor situada, detrás de ella se encuentran las soluciones A y C que poseen igual valor.

3.7 Diseño mecánico y selección de elementos de la fase de prelavado

La fase de prelavado se muestra en la figura 18-3. Esta fase se encarga del pulverizado inicial de los ganchos consta de los siguientes elementos:

- Panel de prelavado
- Red hidráulica de prelavado
- Tanque y carcasa de fase de prelavado
- Extractor de vahos
- Filtro autolimpiante
- Trampa de grasa

- Sistema de dosificación de químicos del prelavado

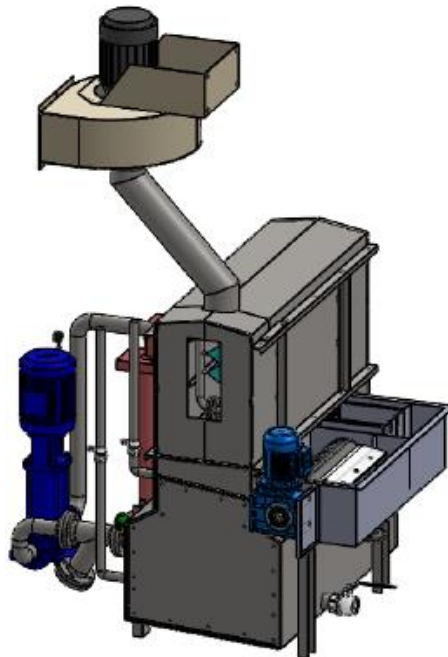


Figura 18-3. Fase de prelavado

Realizado por: Díaz W. 2021

3.7.2 *Panel de prelavado*

Para el diseño del panel de prelavado se requiere comenzar con la selección del elemento pulverizador de agua debido a que es el que determina las características de presión y caudal requeridas.

3.7.2.1 *Selección de shiglor*

Spraying Systems Co es una empresa que se encarga de la manufactura de elementos pulverizadores, debido a que se encuentran posicionados en el mercado nacional se utiliza su producto en la lavadora. Los shiglores de abanico plano pertenecen a la sección C como se observa en la figura 19-3 perteneciente al catálogo del fabricante.



Figura 19-3. Shiglor de abanico plano de Spraying Systems Co

Fuente: (Spraying Systems Co., 2019)

Al buscar la sección C, se encuentran algunos tipos de shiglores, pero se va a utilizar del tipo H-U porque son de fácil montaje y son relativamente económicos respecto a las otras opciones. El shiglor H-U se indica en figura 20-3.

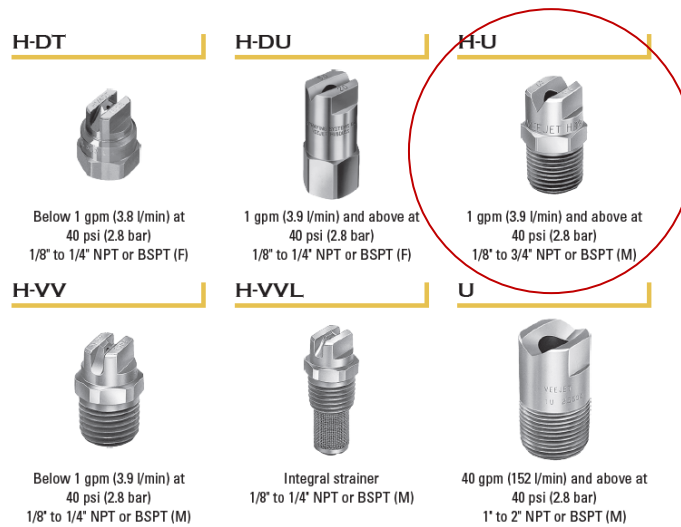


Figura 20-3. Geometría de shiglores de abanico plano

Fuente: (Spraying Systems Co., 2019)

Para la fase de prelavado estos shiglores trabajan con un ángulo de funcionamiento de 40°, se seleccionan de calibre 10 porque consumen menor cantidad de caudal de agua de acuerdo a la tabla 34-3. Se enuncio como requerimiento que el shyglor trabaje a una presión de 8 bar.

Tabla 34-3: Selección de calibre de Shiglor H-U para la fase de prelavado

Spray Angle at 3 bar	Nozzle Type/ Inlet Conn. (in.)										Capacity Size	Equiv. Orifice Dia. (mm)	Capacity (liters per minute)*																Spray Angle (°)*			
	H-U					H-DU		U					0.4	0.7	1.5	2	3	4	6	7	15	20	35	1.5	3	6	15					
	1/8	1/4	3/8	1/2	3/4	1/8	1/4	1"	1-1/4	2"																						
40°	●	●	●			●	●				10	2.0	1.4	1.9	2.8	3.2	3.9	4.6	5.6	6.0	8.8	10.2	13.5	32	40	45	48					
	●	●	●	●		●	●				15	2.4	2.2	2.9	4.2	4.8	5.9	6.8	8.4	9.0	13.2	15.3	20	32	40	45	48					
	●	●	●	●		●	●				20	2.8	2.9	3.8	5.6	6.4	7.9	9.1	11.2	12.1	17.7	20	27	32	40	45	48					
	●	●	●			●	●				30	3.4	4.3	5.7	8.4	9.7	11.8	13.7	16.8	18.1	26	31	40	33	40	45	48					
	●	●	●			●	●				40	3.9	5.8	7.6	11.2	12.9	15.8	18.2	22	24	35	41	54	34	40	45	48					
		●	●	●			●				50	4.4	7.2	9.5	14.0	16.1	19.7	23	28	30	44	51	67	35	40	45	48					
		●	●	●			●				60	4.8	8.6	11.4	16.8	19.3	24	27	34	36	53	61	81	35	40	45	48					
		●	●	●			●				70	5.2	10.1	13.3	19.5	23	28	32	39	42	62	71	94	35	40	45	48					
	●									80	5.5	11.5	15.3	22	26	32	36	45	48	71	82	108	35	40	44	47						

Fuente: (Spraying Systems Co., 2019)

Ahora, el caudal del shyglor seleccionado se calculó con la herramienta provista por el fabricante que se muestra en la figura 21-3 y tiene un valor de 8,08 l/min.

Units: U.S. Metric Reset

Nozzle type
Flat Spray

Choose the variable to solve for:
 Spray pressure required for a desired flow rate
 Flow rate at a given spray pressure

* Required field

Nozzle spray pressure (BAR) * +

Nozzle flow rate (L/MIN) * +

New spray pressure (BAR) * +

Specific gravity * Custom

CALCULATE FLOW RATE

The flow rate at the given pressure is
8.08 L/MIN

Figura 21-3. Cálculo de caudal y presión de shiglores de prelavado

Fuente: (Spraying Systems Co, 2020)

3.7.2.2 Diseño de panel de prelavado

En la figura 22-3 se muestra el diseño del panel de prelavado con los shiglores H-U acoplados a la tubería de 1 1/4 pulgadas de diámetro.

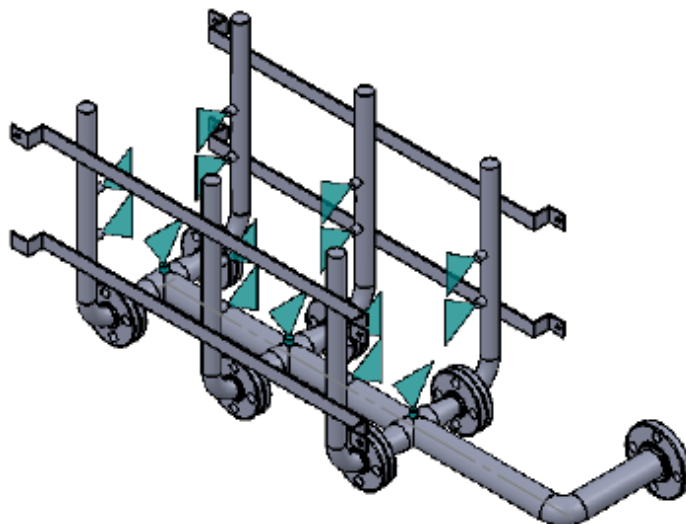


Figura 22-3. Panel de prelavado

Realizado por: Díaz W. 2021

Los paneles tienen forma de arco “U” que se montan a una tubería en forma de colector y quedan unidos mediante bridas. La distribución de los inyectores, asegura el impacto en todas las superficies.

La tubería ocupada para fabricar el panel en las partes “U” es de un diámetro de 3/4 de pulgada y de célula 40, la parte del colector se fabrica en tubería de 1 ¼ de pulgada, el panel es desmontable mediante bridas para tubería de un diámetro de 3/4 pulgada clase 150.

3.7.3 *Diseño de red hidráulica de prelavado*

3.7.3.1 *Red hidráulica de prelavado*

En la figura 23-3 se muestra la disposición de las tuberías de succión y descarga a la bomba. Las tuberías de succión y descarga tienen un diámetro de 2 pulgadas cédula 40.

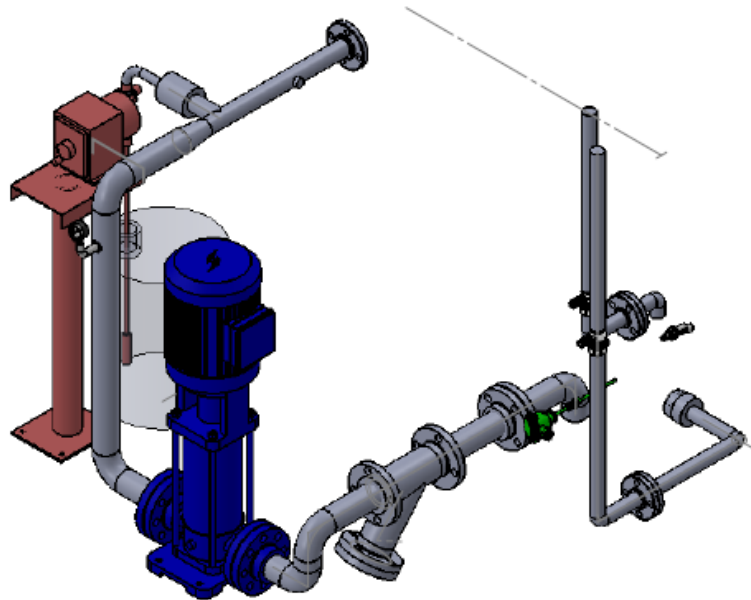


Figura 23-3. Diseño de tubería de succión y descarga a la bomba de la fase de prelavado

Realizado por: Díaz W. 2021

En la tabla 35-3 se indican las longitudes de tubería y el número de accesorios utilizados en el diseño de la fase de prelavado.

Tabla 35-3: Longitudes de tubería y número de accesorios de fase de prelavado

Red hidráulica fase de prelavado			
Diámetro nominal	Longitud	Codos	Elevación
2"	2,592 m	5	0,864 m
1 1/4"	1,445 m	1	0
3/4"	2,28 m	6	0,38 m

Realizado por: Díaz W. 2021

En la tabla 36-3 se presentan los parámetros necesarios para el cálculo de la carga total de bombeo de fase de prelavado.

Tabla 36-3: Parámetros de diseño hidráulico para la fase de prelavado

Parámetros de diseño de la red hidráulica			
Variable	Símbolo	Cantidad	Unidad
Presión	$P_{shiglor}$	8	bar
Caudal por shyglor	$Q_{shiglor}$	8,08	lpm
Numero de shyglores	No.	15	-
Flujo total del sistema	Q_{total}	121,2	lpm

Realizado por: Díaz W. 2021

En la tabla 37-3 se muestran los resultados del cálculo de caídas de presión de cada diámetro de tubería en la red hidráulica y panel de prelavado. Las caídas de presión por longitud y por accesorios se obtuvieron a través del software PipeFlow Wizard.

Tabla 37-3: Cálculo de las caídas de presión en el prelavado

Resumen de resultados obtenidos en PipeFlow Wizard para el prelavado				
Variable	Símbolo	Tramo 2"	Tramo 1 1/4"	Tramo 3/4"
Diámetro interno(mm)	Di	52,502	35,052	20,929
Rugosidad Interna(mm)	μ	0,045	0,045	0,045
Longitud(m)	L	2,592	1,445	1,445
Reducciones		6	1	6
Codos		5	1	6
Filtro Y		1		
Valor pérdida total por accesorios	K	3,7	0,63	4,14
Elevación	h	0,784	0	0,38

Caudal (lpm)	Q	121,2	121,2	121,2
Fluido	H2O	Agua 80°C (176°F)	Agua 80°C (176°F)	Agua 80°C (176°F)
Tipo de flujo		Turbulento	Turbulento	Turbulento
Número de Reynolds	Re	134212	201028	336682
Factor de Fricción	f	0,021	0,022	0,024
Velocidad del fluido (m/s)	v	0,933	2,093	5,872
Caída de presión por accesorios y longitud(bar)	ΔP	0,095	0,033	1,012

Fuente: (PIPEFLOW WIZARD, 2020)

Realizado por: Díaz W. 2021

La tabla 37-3 permite determinar caída total de presión en la fase de prelavado. La caída total de presión representa a la suma de las caídas de presión por longitud y las perdidas por accesorios que obtuvimos utilizando PipeFlow Wizard.

$$\Delta P_{total} = 0,0950 \text{ bar} + 0,033 \text{ bar} + 1,012 \text{ bar} = 1,14 \text{ bar} \quad (1)$$

La fórmula para el cálculo de la carga total de bomba (TDH por sus siglas en inglés) es la suma de la presión de funcionamiento del shyglor más la caída total de presión por perdidas en accesorios y longitud de tubería. Esta cantidad representa la presión que la bomba debe vencer para entregar caudal al sistema.

$$TDH = P_{shyglor} + \Delta P_{total} \quad (2)$$

Para la red hidráulica de la fase de prelavado el TDH tiene un valor de 9,14 bar.

3.7.3.2 Selección de la bomba para la fase de prelavado

Para la selección de la bomba del prelavado utilizamos los datos de caudal y presión calculados:

$$TDH = 9,14 \text{ bar} = 132,57 \text{ psi} = 93,33 \text{ mca} = 306,2 \text{ pies}$$

$$Q_{total} = 121,2 \text{ lpm} = 32,02 \text{ gpm} = 7,27 \frac{m^3}{hr}$$

Con el TDH y Q_{total} se selecciona la serie de bomba para el prelavado ingresando a la figura 24-3.

e-SV Coverage Curve

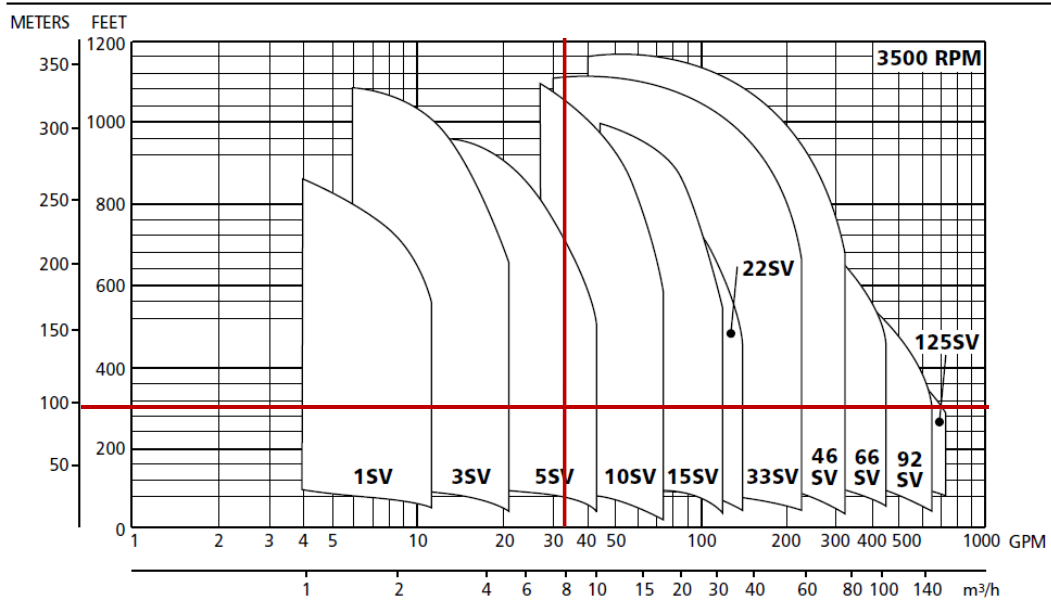


Figura 24-3. Selección de serie de bomba para el prelavado

Realizado por: Díaz W. 2021

Goulds Pumps, el fabricante de la bomba multietapa nos recomienda utilizar una bomba de la serie 5SV a una velocidad de 3500 rpm. Esta serie de bomba es fabricada de tal manera que el material todas las partes en contacto con agua están compuestas de acero inoxidable.

A continuación, se procede a determinar el número de etapas de la serie 5SV para lo que se requiere ingresar con el TDH y el caudal total en la figura 25-3.

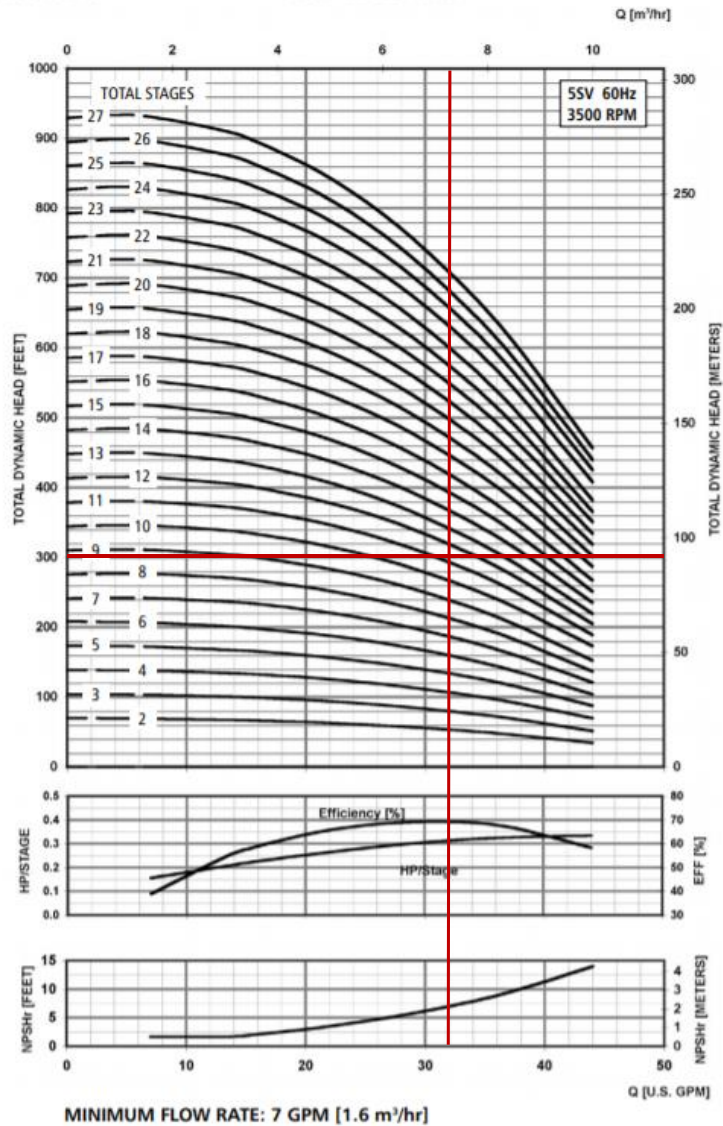


Figura 25-3. Curva de rendimiento de la serie de bomba 5SV a 3500 rpm para el prelavado

Realizado por: Díaz W. 2021

Mediante la figura 25-3 se determina el número de etapas de la bomba de la fase de prelavado, que en este caso son 11 y funcionara con una eficiencia del 70%.

3.7.3.3 Selección del motor eléctrico para la fase de prelavado

Para el accionamiento de la bomba 5SV, 11 etapas que opera a 60Hz y gira a 3500 rpm se necesita acoplar un motor eléctrico de 5hp como se señala en la tabla 38-3.

Tabla 38-3: Selección de motor eléctrico para la bomba de prelavado

5SV SERIES — 60Hz, 3500 RPM ODP/TEFC Enclosures

Pump Type Stages	Motor				Dimensions (in)													Weight (lbs.)																	
	HP	NEMA Frame			L2				L3				L4				L5				M (Ref.)	D1 (max.)				D2	Pump Only	Motor				Pump/Motor			
		ODP 1Ø	TEFC 1Ø	ODP 3Ø	TEFC 3Ø	L1	ODP 1Ø	TEFC 1Ø	ODP 3Ø	TEFC 3Ø	L3	L4	L5	L6	ODP 1Ø	TEFC 1Ø	ODP 3Ø	TEFC 3Ø	ODP 1Ø	TEFC 1Ø		ODP 3Ø	TEFC 3Ø	ODP 1Ø	TEFC 1Ø			ODP 3Ø	TEFC 3Ø						
5SV-02	0.75				13.86	10.79	9.91	9.16	9.29	-	-	12.88	12.88	5.19	6.19	6.19	6.19	6.19	4.13	25	27	29	21	21	52	54	46	46							
5SV-03	1				13.86	10.66	11.19	9.16	9.29	-	-	12.88	12.88	5.74	6.19	7.19	6.19	6.19	4.13	26	32	40	23	23	58	66	49	49							
5SV-04	1.5				14.85	10.67	11.19	10.66	9.91	-	-	13.86	13.86	5.74	6.19	7.19	6.19	6.19	4.72	28	32	40	30	28	60	68	58	56							
5SV-05					15.83	10.67	11.19	10.66	9.91	-	-	14.85	14.85	5.74	6.19	7.19	6.19	6.19	4.72	29	32	40	30	28	61	69	59	57							
5SV-06	2				16.81	11.18	12.06	11.16	10.79	-	-	15.83	15.83	5.74	7.19	7.19	6.19	6.19	4.72	30	43	51	32	33	73	81	62	63							
5SV-07					17.80	11.18	12.06	11.16	10.79	17.80	9.53	16.81	16.81	5.74	7.19	7.19	6.19	6.19	4.72	31	43	51	32	33	74	82	63	64							
5SV-08					18.78	11.57	13.44	11.18	11.16	18.78	10.51	17.80	17.80	5.75	6.50	7.19	7.16	7.19	5.51	33	49	64	41	44	82	97	74	77							
5SV-09	3				19.77	11.57	13.44	11.18	11.16	19.77	11.50	18.78	18.78	5.75	6.50	7.19	7.16	7.19	5.51	33	49	64	41	44	82	97	74	77							
5SV-10					20.75	11.57	13.44	11.18	11.16	20.75	12.48	19.77	19.77	5.75	6.50	7.19	7.16	7.19	5.51	34	49	64	41	44	83	98	75	78							
5SV-11					22.44	13.93	15.43	12.55	13.93	22.44	13.46	21.45	21.45	6.87	8.88	8.86	9.02	8.86	5.51	37	81	92	62	69	118	129	99	106							
5SV-12					23.42	13.93	15.43	12.55	13.93	23.42	14.45	22.44	22.44	6.87	8.88	8.86	9.02	8.86	5.51	38	81	92	62	69	119	130	100	107							
5SV-13					24.40	13.93	15.43	12.55	13.93	24.40	15.43	23.42	23.42	6.87	8.88	8.86	9.02	8.86	5.51	40	81	92	62	69	121	132	102	109							
5SV-14	5	184TC	182TC	184TC	25.39	13.93	15.43	12.55	13.93	25.39	16.42	24.40	24.40	6.87	8.88	8.86	9.02	8.86	5.51	40	81	92	62	69	121	132	102	109							
5SV-15					26.37	13.93	15.43	12.55	13.93	26.37	17.40	-	25.39	6.87	8.88	8.86	9.02	8.86	5.51	41	81	92	62	69	122	133	103	110							
5SV-16					27.36	13.93	15.43	12.55	13.93	27.36	18.39	-	26.37	6.87	8.88	8.86	9.02	8.86	5.51	43	81	92	62	69	124	135	105	112							
5SV-17					28.54	13.93	15.43	12.55	13.93	28.54	19.37	-	27.55	6.87	8.88	8.86	9.02	8.86	5.51	45	81	92	62	69	126	137	107	114							

Fuente: (Goulds Pumps, 2010)

En la figura 26-3 se puede observar una representación tridimensional de la bomba seleccionada para la fase de prelavado.

Realizado por: Díaz W. 2021

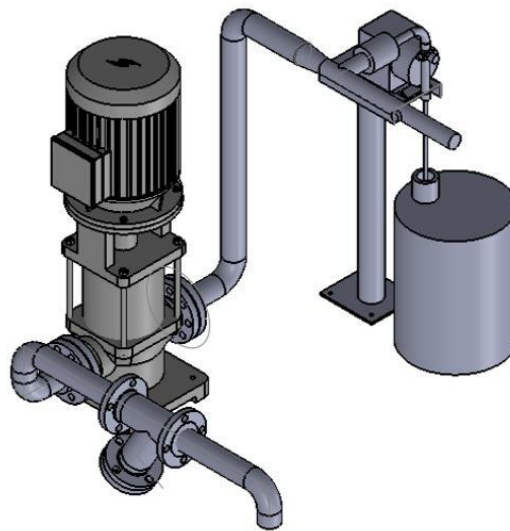


Figura 26-3. Bomba de prelavado

Realizado por: Díaz W. 2021

3.7.4 Simulación de red hidráulica de prelavado

Para la simulación de la fase de prelavado se construyó su modelo esquemático en el software PipeFlow Expert, se añadió las dimensiones de longitud, diámetros y accesorios de acuerdo a la red hidráulica que se propuso para el prelavado. Al establecer el caudal necesario a manejar por el sistema, el programa automáticamente calcula el dato de carga total de bombeo a vencer en la etapa de prelavado. La figura 27-3 muestra la situación realizada para red hidráulica de la fase de prelavado.

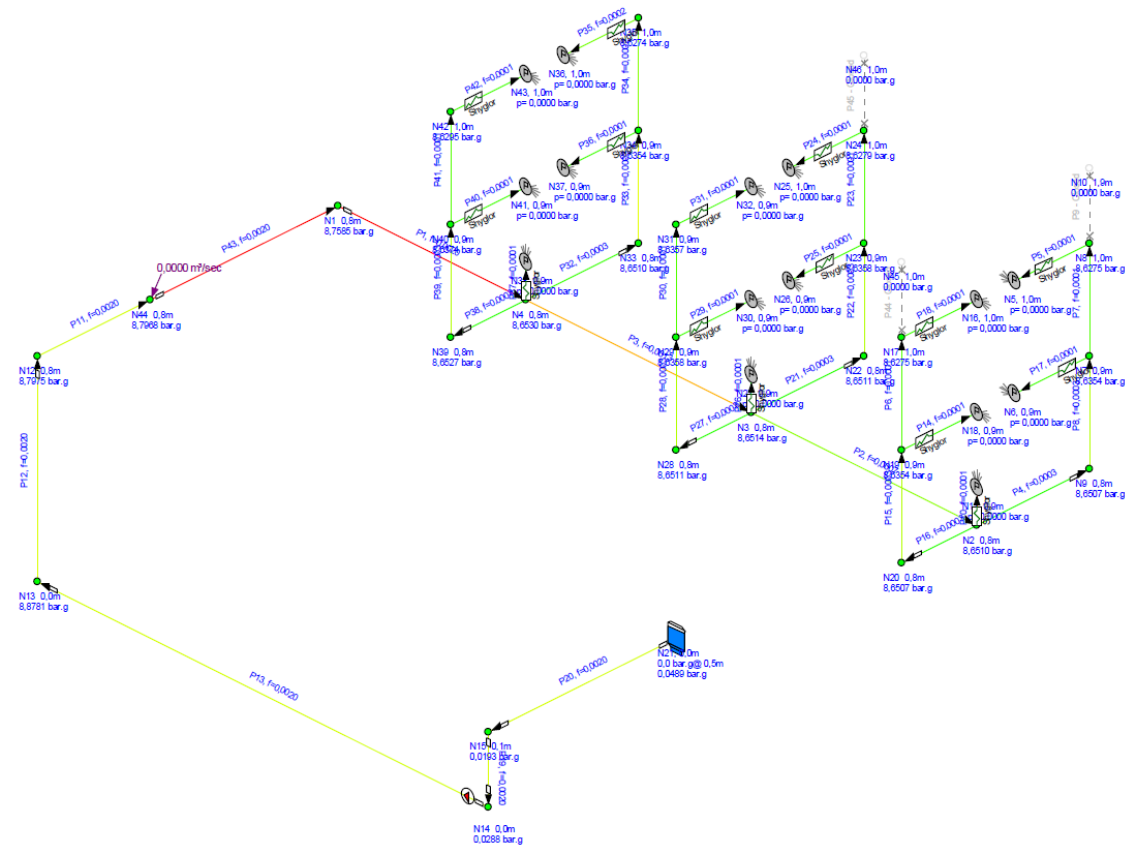
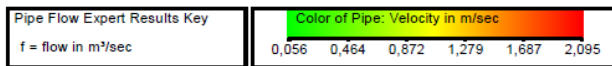


Figura 27-3. Verificación de carga total de bombeo en la fase prelavado

Realizado por: Díaz W. 2021

En la tabla 39-3 se muestran los parámetros de caudal y presión calculados por PipeFlow Wizard que suplen la demanda de agua en la fase de prelavado.

Tabla 39-3: Parámetros de bomba calculada por Pipe Flow Expert para la fase de prelavado

Speed	Flow In/Out	Velocity	Suction Pressure	Discharge Pressure	Pump Head (+)	Pump NPSHr	Pump NPSHa
rpm	m³/sec	m/sec	bar.g	bar.g	m.hd Fluid	m.hd (absolute)	m.hd (absolute)
Set Flow Rate	0,002	0,933	0,0263	8,8818	90,573	Not known	10,308

Realizado por: Díaz W. 2021

En la tabla 40-3 se compara los datos calculados mediante PipeFlow Wizard y PipeFlow Expert para la fase de prelavado.

Tabla 40-3: Comparación de datos calculados con PipeFlow Wizard y PipeFlow Expert

Carga total de bombeo	Unidad	PipeFlow Wizard	PipeFlow Expert
TDH	bar	9,14	8,88
	psi	132,56	1922,69
	m.c.a.	93,23	90,57
Error	%	2,85%	

Realizado por: Díaz W. 2021

Se aprecia que el error porcentual entre los cálculos y la simulación es menor al 10% por lo que se garantiza la validación del cálculo de la carga total de bombeo del prelavado.

3.7.5 Selección de filtro de línea

El sistema posee además un filtro de línea el cual va a ser colocado en la succión de la bomba. Se selecciona de acuerdo a la presión y temperatura de trabajo del sistema. Por lo tanto, se requiere un filtro Y de acero inoxidable que de la serie 150YFSS que soporta hasta 200 psi de presión a 400 °F. La figura 28-3 indica una representación tridimensional y una representación esquemática con las dimensiones principales del filtro de línea.

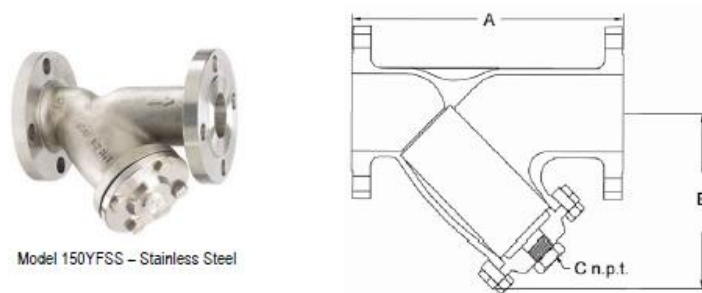


Figura 28-3. Filtro de línea de acero inoxidable

Realizado por: Díaz W. 2021

En la tabla 41-3 se encuentran las dimensiones del filtro de línea de 2 pulgadas de diámetro nominal que se selecciona para la fase de prelavado.

Tabla 41-3: Dimensiones y peso del filtro de línea seleccionado

Size		DIMENSIONS						Weight	
		A		B		C			
mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	kg	lbs
15	1/2	152	6	99	3-7/8	8	1/4	2.5	5-1/2
20	3/4	178	7	108	4-1/4	10	3/8	3	6-1/2
25	1	191	7-1/2	121	4-3/4	15	1/2	4	9
40	1-1/2	229	9	143	5-5/8	15	1/2	5.5	12
50	2	219	8-5/8	133	5-1/4	15	1/2	9	20
65	2-1/2	260	10-1/4	191	7-1/2	20	3/4	14.5	32
80	3	295	11-5/8	195	7-11/16	25	1	16	36

Realizado por: Díaz W. 2021

Fuente: (COLTON INDUSTRIES, 2011)

3.7.6 Diseño de tanque de almacenamiento de agua de fase de prelavado

El tanque de almacenamiento de agua de prelavado (figura 29-3) se fabrica en acero inoxidable de 3 mm, posee una capacidad de 90 galones, el cual se soporta en patas a manera de perfil “C” de 6 mm, en la parte superior del tanque se encuentra la bandeja recolectora de agua de limpieza, además posee una salida de desfogue de agua para limpieza del tanque. El tanque posee una tapa lateral bridada que servirá para mantenimiento.

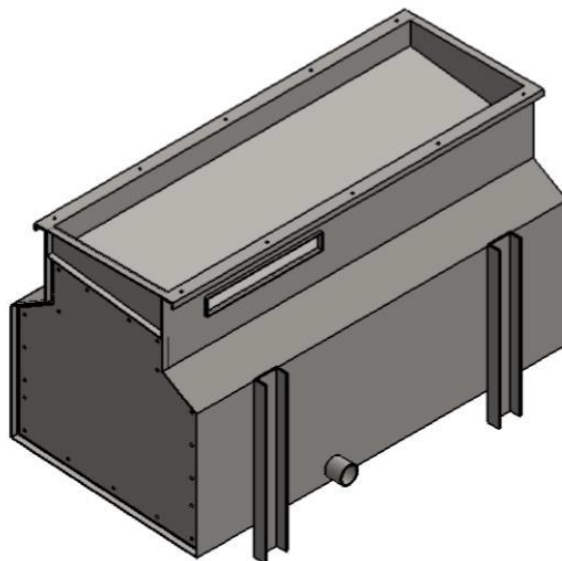


Figura 29-3. Tanque de almacenamiento de agua de fase de prelavado

Realizado por: Díaz W. 2021

El tanque se llena de agua de la red de hidráulica de la planta de manera automática mediante un sensor de nivel de agua que envía la señal a una electroválvula, permitiendo llenar el tanque cuando se lo requiera.

El agua del tanque se utiliza para el prelavado de los ganchos. Una vez pulverizada el agua, se recicla en la bandeja de 3° de inclinación, luego de pasar por un sistema de filtro ingresa

nuevamente al tanque recirculando y ahorrando el agua. Además, recibe agua del proceso o etapa de enjuague.

3.7.7 *Diseño de carcasa de fase de prelavado*

La carcasa (figura 30-3) está compuesta por láminas de 2 mm soportadas sobre el tanque y que soportan la chimenea del sistema de extracción, posee ventanas de ingreso de ganchos, esta carcasa es desarmable para facilidad de mantenimiento, posee refuerzos laterales de ángulo y un techo tipo casa. La carcasa soporta la chimenea en una placa de 6 mm espesor.

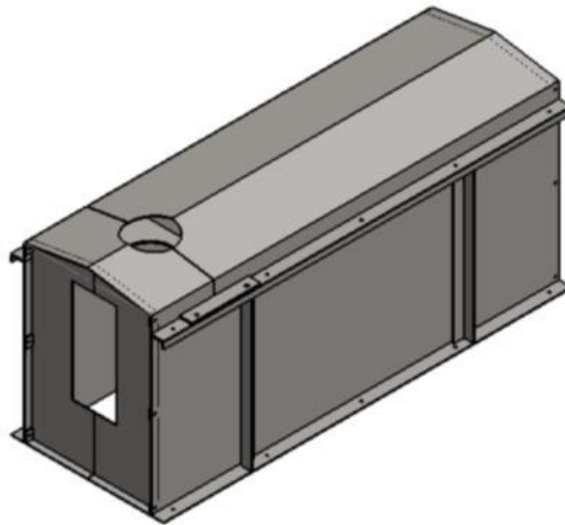


Figura 30-3. Carcasa de fase de prelavado

Realizado por: Díaz W. 2021

3.7.8 *Selección de extractor de vahos*

3.7.8.1 *Dimensiones del espacio*

Las dimensiones del espacio a evacuar de olores se detallan en la tabla 42-3.

Tabla 42-3: Dimensiones del espacio a extraer olores

Dimensiones			
Variable	Símbolo	Unidad	Cantidad
Longitud	l	m	4
Ancho	w	m	4,8
Altura	h	m	2,5
Volumen	V	m ³	48

Realizado por: Díaz W. 2021

3.7.8.2. *Número de renovaciones*

De acuerdo al Documento 47 de la norma EHEDG, el espacio que ocupa la lavadora es zona del tipo H ya que el lavado se considera un proceso de alta prioridad (Butowski et al., 2016). A través de la tabla 34-3 se obtiene el número de renovaciones requeridas para garantizar la calidad de aire que se necesita en el cuarto donde se ubica la máquina lavadora de ganchos.

Tabla 43-3: Recomendaciones para la manipulación de aire

	Zone B	Zone M	Zone H
Filtration of environmental air (First, second or third filter stage) See also Section 5.8.7	Minimum one filter stage: 1. Stage M5-F7	Minimum two filter stages: 1. Stage F7 (+ GF if required) 2. Stage F9	Minimum three filter stages: 1. Stage F7 (+ GF if required) 2. Stage F9 3. Stage E10-H13 (depending on risk)
Positive air movement from higher to lower zone (Controlled overpressure)	--	optional	✓ essential ¹
Temperature control	optional	✓ essential	✓ essential
Humidity control	--	Optional depending on risk evaluation	Optional depending on risk evaluation
Minimum air changes per hour to maintain air quality ²		5	10

GF = Gas phase or molecular filters (e.g. activated carbon filters) to filter gaseous contaminants

Fuente: (EHEDG DOC47, 2016)

Realizado por: Díaz W. 2021

Entonces se tiene que:

$$N = 10 \frac{\text{renovaciones}}{h} \quad (3)$$

3.7.8.2 Cálculo de caudal total

$$Q = NV \quad (4)$$

Donde

$$N = 10 \frac{\text{renovaciones}}{h}$$

$$V = 48 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, el caudal es:

$$Q = 480 \frac{\text{m}^3}{h} = 0,133 \frac{\text{m}^3}{s}$$

Velocidad del aire

De acuerdo al manual práctico de ventilación del grupo Soler y Palau, se tiene que los valores mínimos para la conducción de gases y vapores en un sistema de ventilación son de 5 a 6 m/s. (Soler & Palau Ventilation Group)

Tabla 44-3: Valores de velocidades de transporte de aire contaminado en las conducciones

Gases, vapores		5 a 6(*)
Humos	Humos de óxido de zinc y de aluminio.	7 a 10(*)
Polvos muy finos y ligeros	Felpas muy finas de algodón.	10 a 13
Polvos secos y pólvoras	Polvos finos de caucho, de baquelita; felpas de yute; polvos de algodón, de jabón.	13 a 18
Polvos industriales medios	Abrasivo de lijado en seco; polvos de amolar; polvos de yute, de grafito; corte de briquetas, polvos de arcilla, de calcáreo; embalaje o pesada de amianto en las industrias textiles.	18 a 20
Polvos pesados	Polvo de toneles de enarenado y desmoldeo, de chorreado, de escariado.	20 a 23
Polvos pesados o húmedos	Polvos de cemento húmedo, de corte de tubos de amianto-cemento, de cal viva.	>23 o transporte neumático húmedo
(*)Generalmente se adoptan velocidades de 10 m/s		

Fuente: (Soler & Palau Ventilation Group)

Realizado por: Díaz W. 2021

De acuerdo a la tabla 44-3, se tiene que:

$$v = 6 \frac{m}{s}$$

3.7.8.3 Cálculo de diámetro de ducto de aspiración

Formula de caudal

$$Q = Av$$

Área de conducto circular

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 \quad (5)$$

Reemplazando el área en la fórmula de cauda y despejando para el diámetro se tiene

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} \quad (6)$$

Donde

$$Q = 0,133 \frac{m^3}{s}$$

$$v = 6 \frac{m}{s}$$

Entonces el diámetro mínimo del conducto es:

$$D = 0,168 m = 168 mm$$

Los datos de caudal y diámetro nos permiten seleccionar un ventilador de la ficha técnica del fabricante SODECA.

El fabricante recomienda utilizar un extractor de 1,5-2 veces más grande que el caudal que se calcule. Entonces.

$$Q_{selección} = 2 * 480 = 960 \frac{m^3}{h}$$

Mediante la tabla 45-3 se selecciona el extractor 820-4T por ser el extractor con un caudal próximo al caudal de selección.

Tabla 45-3: Características técnicas del extractor modelo 820-4T

Modelo	MC	EC	VSD	SR	η_e [%]	N	(kW)	(m ³ /h)	(mmH ₂ O)	(RPM)
820-4T	A	S	NO	1,00	35,2%	46,5	0,165	721	29,53	1441
922-4T	A	S	NO	1,00	36,4%	46,0	0,307	1187	34,59	1437
1025-4T-1,5	A	S	NO	1,01	38,9%	47,1	0,506	1501	48,06	1462
1025-4T-2	A	S	NO	1,01	35,3%	43,1	0,582	1541	48,88	1478
1128-4T-3	A	S	NO	1,01	40,5%	46,8	1,002	2303	64,68	1479
1128-4T-4	A	S	NO	1,01	40,2%	46,3	1,059	2370	65,85	1483
1128-6T	A	S	NO	1,00	36,8%	46,0	0,348	1622	28,94	981

Fuente: (SODECA, 2021)

Realizado por: Díaz W. 2021

El extractor seleccionado es el modelo TCMP y el modelo requerido es 820-4T. La potencia de funcionamiento del extractor es 0,165 KW mientras que el caudal de extracción es 721 m³/h y gira a 1441 rpm.

3.7.8.4 Características del ventilador seleccionado

A través de la figura 31-3 se determina el diámetro del conducto de aspiración cuyo valor es 200 mm a la succión. Las dimensiones del conducto cuadrado de descarga de aire son de 156 mm de lado.

Dimensiones mm

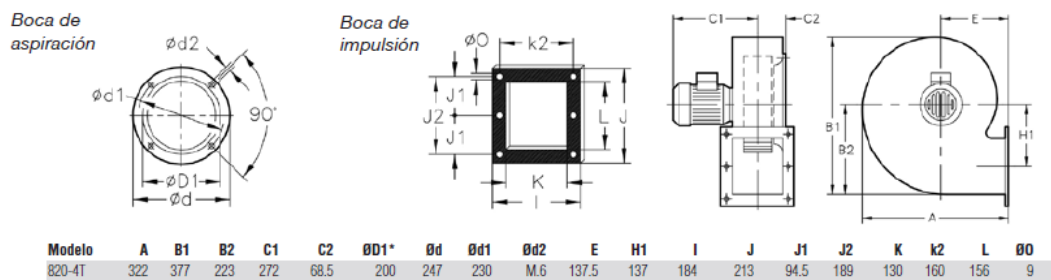


Figura 31-3. Dimensiones del extractor 820-4T

Fuente: (SODECA, 2021)

Para eliminar los gases provenientes del vapor y agua caliente que se utilizan en el prelavado se emplea un extractor el cual posee una chimenea, y cuerpo en acero inoxidable que se representa en la figura 32-3.

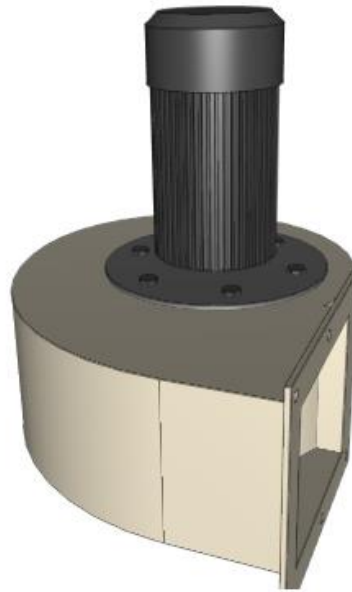


Figura 32-3. Extractor de aire

Fuente: (SODECA, 2021)

3.7.9 Diseño de filtro autolimpiante

3.7.9.1 Descripción de filtro de tambor rotatorio

Este filtro funciona por la rotación de un cilindro hueco que se encuentra sumergido parcialmente en el medio a filtrar (Agua, grasas, sangre y piel). El agua es succionada a través de perforaciones en el cilindro. El cilindro llamado tambor tiene en uno de sus extremos una cavidad que permite la circulación del agua filtrada al proceso de trampeado de grasa. En la figura 33-3 se observa el principio de funcionamiento de un tambor rotatorio.

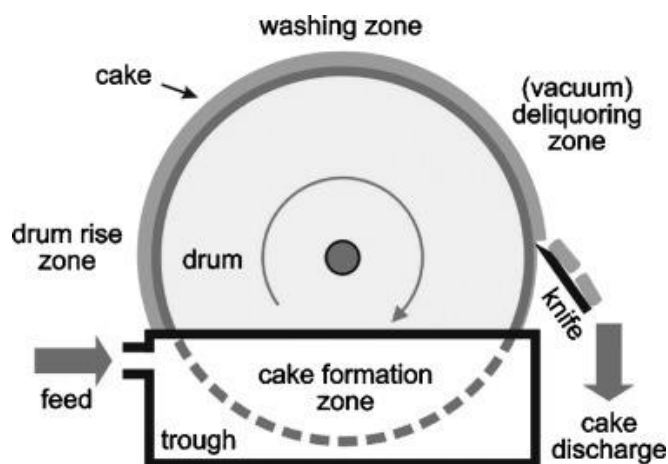


Figura 33-3. Filtro de tambor rotatorio

Fuente: (Tarleton et al., 2007)

Para la fase de prelavado, el tambor rotatorio o filtro autolimpiante está conformado por los siguientes elementos:

- Tambor
- Eje de tambor
- Tanque
- Rascador
- Motorreductor de tambor

3.7.9.2 Diseño de tambor

Para el cálculo del área de tambor requerida para filtrar las grasas, pieles o sangre se hace uso de la siguiente fórmula.

$$A = \frac{(\dot{m})(f)}{\text{promedio de filtrado}} \quad (6)$$

Donde:

$$\dot{m} = \frac{\text{masa de solidos separada(sangre, grasa, pieles)}}{\text{horas de trabajo}} = \frac{20 \text{ kg}}{8h} = 20 \frac{\text{kg}}{h}$$

$$f = \text{factor de tipo de tambor} = \frac{1}{3}$$

$$\text{promedio de filtrado} = 25 \frac{\text{kg}}{\text{hm}^2}$$

Por lo tanto:

$$A = 0,24 \text{ m}^2$$

Para el cálculo del diámetro y longitud del tambor se utiliza la fórmula de área lateral de un cilindro. El área lateral de un cilindro se expresa por:

$$A = \pi DL \quad (7)$$

Donde

$$A = 0,24 \text{ m}^2$$

$$L = 3D$$

Al sustituir los valores en la formula, se obtiene:

$$L = 480 \text{ mm}$$

$$D = 160 \text{ mm}$$

De acuerdo a Steve Tarleton y Richard Wakeman, autores de Solid/Liquid Separation el diámetro de las perforaciones en el tambor son de 1 mm de diámetro. En la figura 34-3 se muestra la representación tridimensional del tambor del filtro autolimpiante.

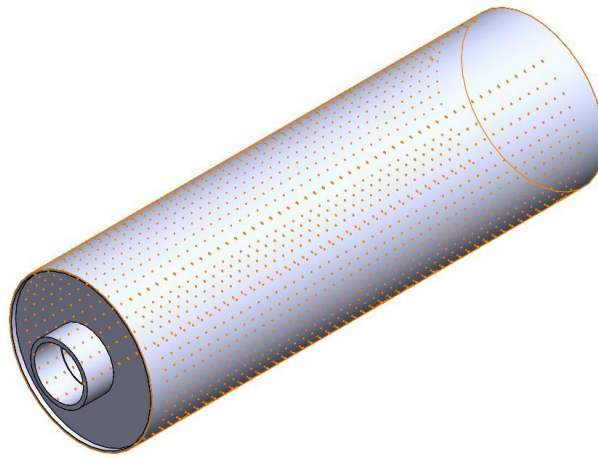


Figura 34-3. Tambor de filtro autolimpiante

Realizado por: Díaz W. 2021

3.7.9.3 Diseño de eje de tambor

En la práctica se ha verificado con catálogos de fabricantes de filtros rotativos de vacío que para un área aproximada a la calculada de 0,24 m² y para una velocidad de rotación de 6 rpm, normalmente se utiliza un tambor de una potencia de 0,25 KW.

$$n = 6 \text{ rpm} = 0,63 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$P = 0,18 \text{ KW}$$

Con estos valores de velocidad angular y potencia se calcula el torque o momento torsor mediante la siguiente formula.

$$T = \frac{P}{n} \quad (8)$$

Entonces:

$$T = 285,71 \text{ Nm}$$

Luego se calcula el esfuerzo de torsión permisible.

$$\tau = \frac{0,5S_y}{f_s} \quad (9)$$

Donde:

$$S_y = 220 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_s = 2$$

Por tanto:

$$\tau = 55 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Se ingresa a la figura 35-3 con el torque y el esfuerzo permisible a torsión y obtenemos el diámetro del eje del tambor.

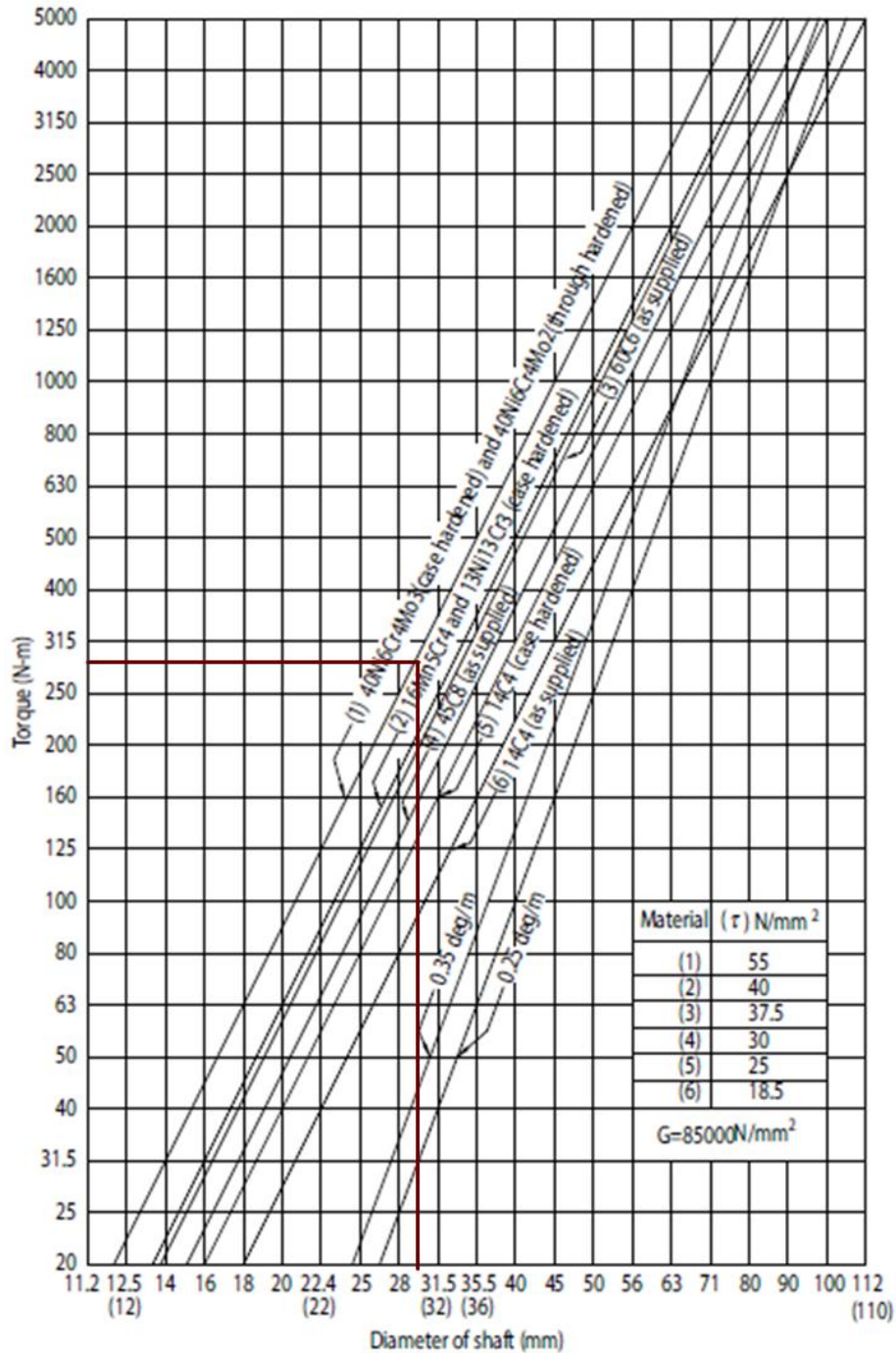


Figura 35-3. Diámetro del eje sometido a torsión

Fuente: (Bhandari, 2014)

Realizado por: Díaz W. 2021

El diámetro del eje calculado es 30 mm de acuerdo a la figura 35-3 y se muestra la representación tridimensional del elemento en la figura 36-3.

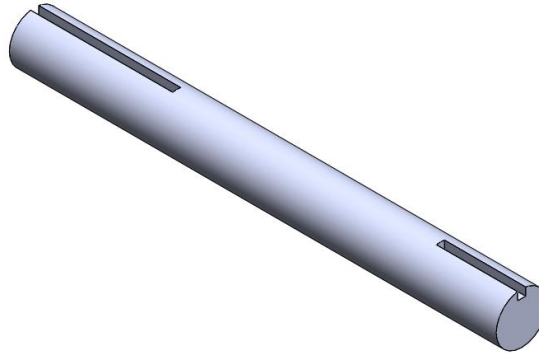


Figura 36-3. Eje de tambor

Realizado por: Díaz W. 2021

3.7.9.4 Verificación de la resistencia del eje del tambor

El factor de seguridad calculado por el programa SolidWorks fue de aproximadamente 2, lo que valida el diámetro seleccionado para el eje del tambor. En el programa se aprovechó el complemento Simulation y se empleó un análisis estático en el eje para lo cual se ingresó: el tipo de material (AISI 304), el diámetro calculado y se especificó la ubicación de los apoyos. Los resultados de la simulación para el factor de seguridad del eje se indican en la figura 37-3.

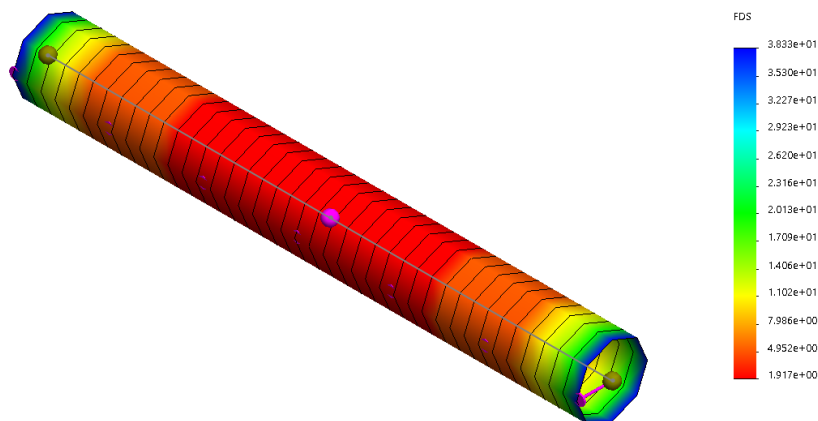


Figura 37-3. Factor de seguridad del eje

Realizado por: Díaz W. 2021

3.7.9.5 Diseño de bocines

Para el diseño de los bocines se tiene en cuenta el diámetro calculado en el eje. El bocín de la izquierda de la figura representa al bocín de acople del eje con el tambor mientras que el bocín de la derecha descarga agua filtrada por el tambor hacia el proceso de trampeo de grasa. La posición de los bocines se encierra con círculos rojos que se pueden ver en la figura 38-3.

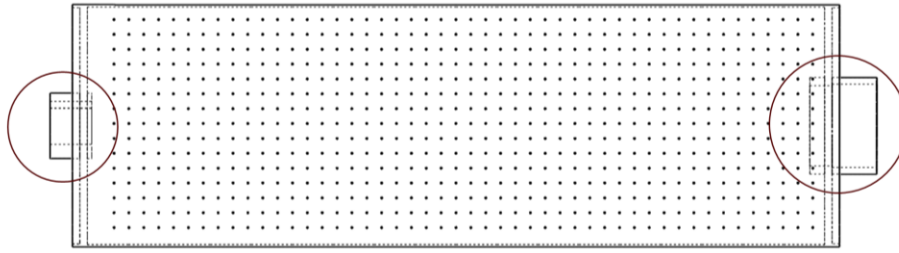


Figura 38-3. Bocines

Realizado por: Díaz W. 2021

3.7.9.6 *Diseño de tanque de tambor*

El tanque del filtro autolimpiante se diseñó en base a las dimensiones calculadas de diámetro y longitud del tambor. Este tanque puede contener un volumen de 5,2 galones.

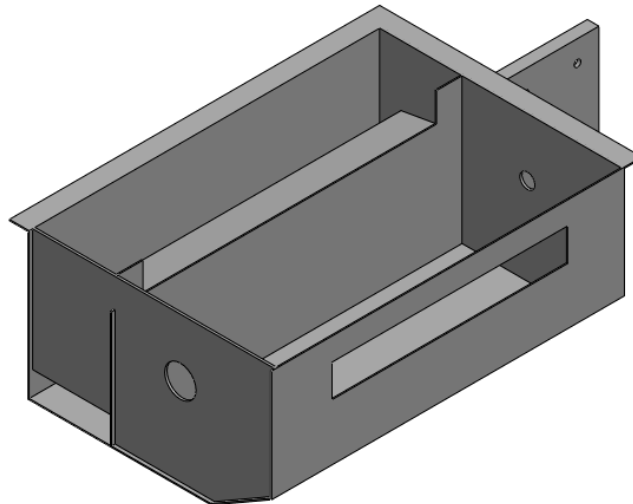


Figura 39-3. Tanque de tambor

Realizado por: Díaz W. 2021

3.7.9.7 *Selección de motorreductor*

Ingresando los datos de potencia y velocidad angular calculados, en la página web del fabricante de motorreductores Rossi, se obtiene el motorreductor de serie MR IV 64 – HB 71 B cuyas especificaciones y modelo 3D se indican en la figura 40-3.

A MR IV 64 - HB 71 B 6

Catálogo		de sinfín
Máquina		Motorreductor
Engrenajes		1 engranaje cilíndrico y 1 de sinfín
Tamaño		64
Potencia en entrada P_1	[kW]	0,25
Velocidad en entrada n_1	[min ⁻¹]	1.120
Relación		190 (3,8×50)
Velocidad en salida n_2	[min ⁻¹]	5,89
Par en salida M_2	[N m]	247
Factor de servicio f_s		1,2
Par máximo en salida M_{N2max}	[N m]	452,6
Acoplamiento en entrada <math>\Phi D \times E</math>		14x160
N. Polos		6
Masa	[kg]	23,7
Tipo motor		Motores asíncronos trifásicos normales
Directiva de referencia		Motor ErP
Clase de eficiencia		S1 η IE1
Tensión alimentación	[V]	230.460
Frecuencia	[Hz]	60

Prev

Next

Design

Forma constructiva

Posición de la caja de bornes



Figura 40-3. Motoreductor

Fuente: (Rossi, 2018)

Realizado por: Díaz W. 2021

3.7.10 Diseño de trampa de grasa

De acuerdo al estándar PDI G101 se tiene que, para un volumen de 90 galones del tanque del sistema y con la especificación de drenado de 1 minuto, se tiene que la trampa de grasa debe tener un número de cuatro compartimentos. La selección del número de compartimentos se indica en la figura 41-3.

Fixture Compartment Size (inches)	Number of Compartments	Drainage Load (Gallons)	Recommended PDI Size Grease Interceptor	
			1-minute Drainage period	2-minute Drainage period
18 x 12 x 6	1	4.2	7	4
16 x 14 x 8	1	5.8	7	4
20 x 18 x 8	1	9.4	10	7
18 x 16 x 8	2	15.0	15	10
20 x 18 x 8	2	18.7	20	10
30 x 20 x 8	1	15.6	20	10
24 x 20 x 12	1	18.7	20	10
22 x 20 x 8	2	22.9	25	15
22 x 20 x 12	2	34.3	35	20
24 x 24 x 12	2	44.9	50	25
22 x 20 x 12	4	68.6	75	35
24 x 24 x 12	4	89.8	100	50

Figura 41-3. Selección de número de compartimentos de trampa de grasa

Fuente: (The plumbing and drainage institute, 2017)

En la figura 41-3 se aprecia los compartimentos de la trampa de grasa de la fase de prelavado.

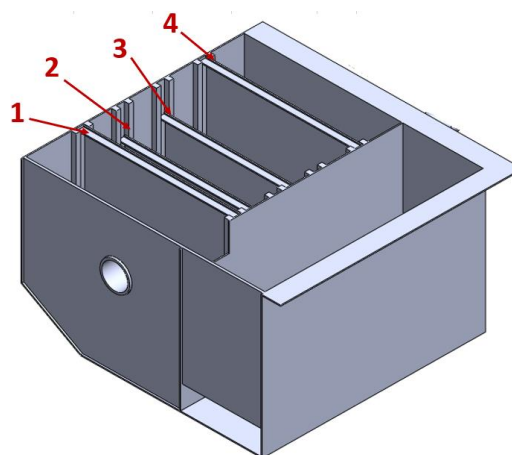


Figura 42-3. Trampa de grasa

Realizado por: Díaz W. 2021

3.7.11 Diseño de rascador

El rascador es fabricado en plancha de nylon de 8 mm de espesor. El ángulo de la cuchilla del rascador es de 20°. El nylon es el material seleccionado para este elemento debido a sus excelentes propiedades deslizantes que le confiere su bajo coeficiente rozamiento. La figura 43-4 muestra una representación tridimensional del rascador.

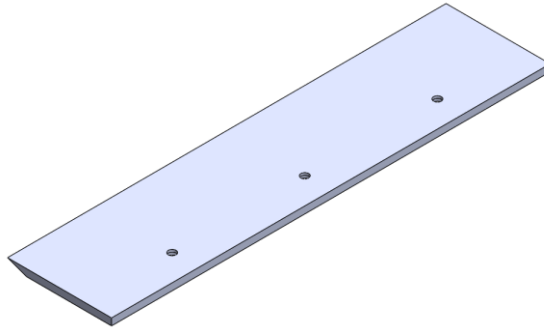


Figura 43-3. Rascador

Realizado por: Díaz W. 2021

El filtro autolimpiante recoge el agua de la bandeja y la hace pasar por un rodillo tipo malla que gira haciendo que mediante un rascador se pueda desnatar o desalojar las trazas de grasas y enviándolas al desfogue, para luego por medio de un acople bocín sobre el que descansa el rodillo, pase el agua a una trampa de grasa que posee 4 placas o compartimentos que atrapan las trazas de grasas finales, luego el agua va hacia el tanque de almacenamiento. El filtro autolimpiante y la trampa de grasa se pueden observar en la figura 44-3.

El tanque es fabricado en acero inoxidable de 2 mm posee varias cámaras, El rascador es fabricado en nylon de 8 mm, El motorreductor es de 1/2 de HP y funciona a una velocidad de 6 rpm.

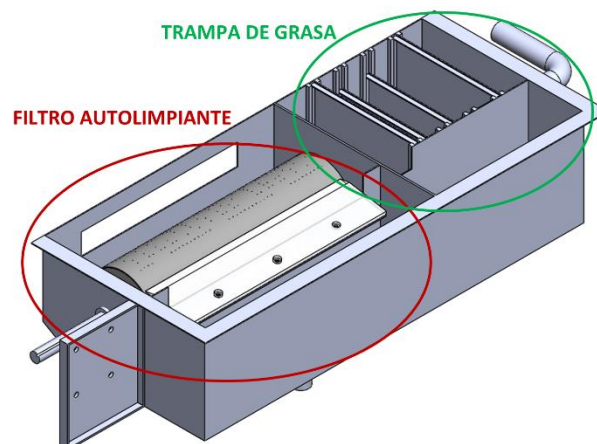


Figura 44-3. Filtro autolimpiante y trampa de grasa

Realizado por: Díaz W. 2021

3.7.12 Selección de dosificador de químicos de prelavado

Para la selección de la bomba dosificadora de químico se necesita tomar en cuenta la presión en la línea de bombeo de agua que es de 9 bar, esta presión se denomina contrapresión en el catálogo del fabricante. También se necesita el dato de caudal a suministrar que en este caso es de 4 litros por hora. En este caso se utiliza a Prominent como proveedor del equipo. A partir de la figura 45-3 se determinó que es necesaria una bomba de la serie alpha para la fase de prelavado.

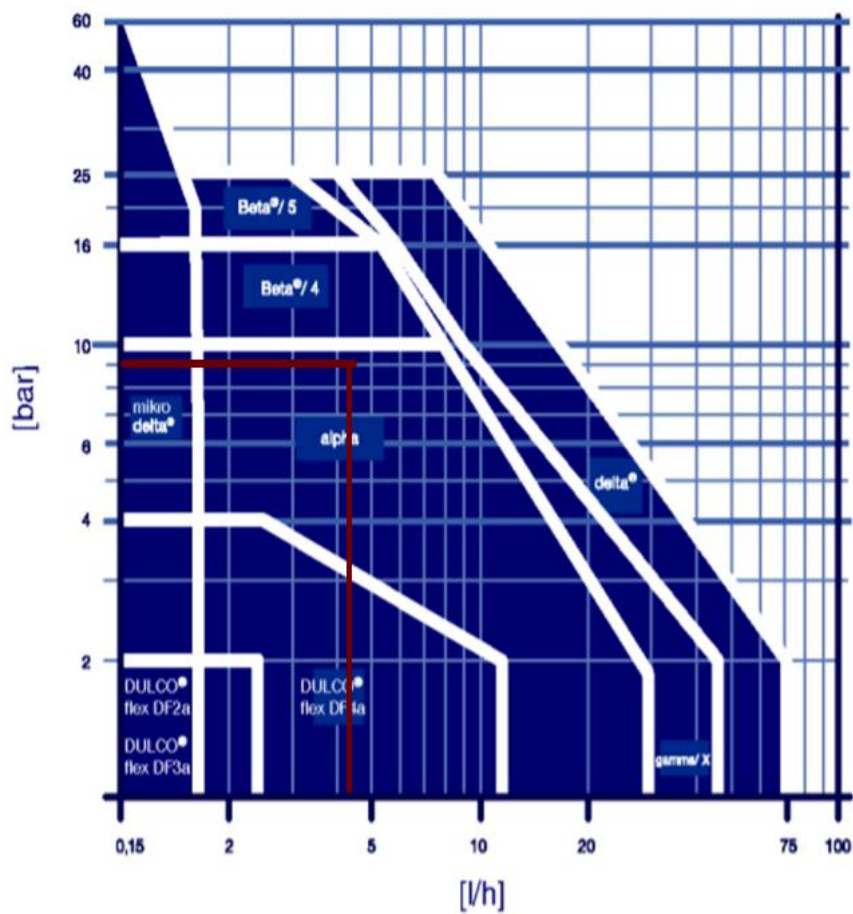


Figura 45-3. Selección de serie de bombeo de dosificación para la fase de prelavado

Fuente: (ProMinent, 2016)

A continuación, con la tabla 46-3 se procede a seleccionar el tipo de bomba.

Tabla 46-3: Datos técnicos de la bomba seleccionada para el prelavado

Datos técnicos											
Tipo bomba	Capacidad de la bomba a contrapresión máx.			Capacidad de la bomba a contrapres. media			Frecuencia de impulsos Imp./min	Longitud máxima del impulso mm	Conectores para manguera ext. Ø x inter. Ø mm	Altura de succión m.c.a.	Peso bomba kg
	bar	l/h	ml/Imp	bar	l/h	ml/Imp					
versión 50 Hz											
ALPc 1001	10	1,0	0,29	5	1,1	0,32	30	2	6 x 4	5,1	3,0
ALPc 1002	10	1,8	0,52	5	2,1	0,60	58	2	6 x 4	5,1	3,0
ALPc 1004	10	3,5	1,01	5	3,9	1,12	58	3	8 x 5	5,1	3,0
ALPc 1008	10	7,7	1,00	5	8,6	1,12	128	3	8 x 5	5,1	3,0
ALPc 0707	7	6,9	1,98	3	7,7	2,21	58	3	8 x 5	4,1	3,0
ALPc 0417	4	17,0	2,51	2	18,3	2,76	128	3	8 x 5	4,1	3,0
ALPc 0230	2	30,6	3,98	1	32,7	4,26	128	3	12 x 9	3,1	3,0
versión 60 Hz											
ALPc 1001	10	1,2	0,29	5	1,3	0,31	36	2	6 x 4	5,1	3,0
ALPc 1002	10	2,2	0,53	5	2,6	0,63	69	2	6 x 4	5,1	3,0
ALPc 1004	10	4,1	0,99	5	4,7	1,14	69	3	8 x 5	5,1	3,0
ALPc 1008	10	8,9	0,96	5	10,4	1,13	154	3	8 x 5	5,1	3,0
ALPc 0707	7	8,3	2,00	3	9,2	2,22	69	3	8 x 5	4,1	3,0
ALPc 0417	4	20,6	2,45	2	21,9	2,75	154	3	8 x 5	4,1	3,0
ALPc 0230	2	34,4	3,72	1	39,2	4,24	154	3	12 x 9	3,1	3,0

Fuente: (ProMinent, 2016)

Para la dosificación de químico a la tubería de prelavado se necesita una bomba ALPc 1004 que funciona a una contrapresión máxima de 10 bar y arroja un caudal 4,1 l/h, cabe mencionar que la bomba dosificadora (figura 46-3) viene con un conjunto de elementos como la válvula de pie que se sumerge en el químico, tubería flexible de ingreso que va desde el tanque de químico a la bomba, la válvula principal, y la válvula check de inyección que va en la línea de descarga de la bomba multietapa. La bomba dosificadora se muestra en la figura 46-3.

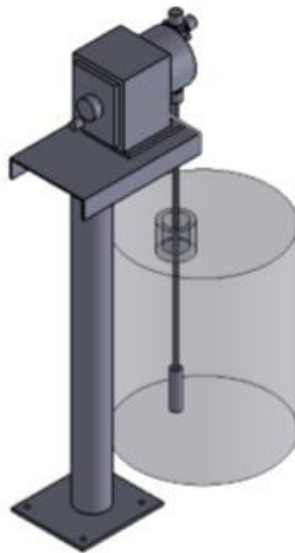


Figura 46-3. Bomba dosificadora para fase de prelavado

Realizado por: Díaz W. 2021

3.8 Diseño mecánico y selección de elementos de la fase de cepillado

Para limpiar los ganchos luego del prelavado se realiza una operación mecánica de cepillado mediante la fricción de cepillos cilíndricos sobre las superficies del gancho. Los cepillos pueden ser fabricados o comprados ya que existen en el mercado. En la figura 47-3 se observa la fase de cepillado.

La fase de limpieza mecánica con cepillos consta de los siguientes elementos

- Carcasa de cepillos
- Cepillos mecánicos
- Ejes de cepillos
- Chumaceras
- Motorreductor
- Sujeción y regulación horizontal/vertical
- Eje de regulación horizontal/vertical

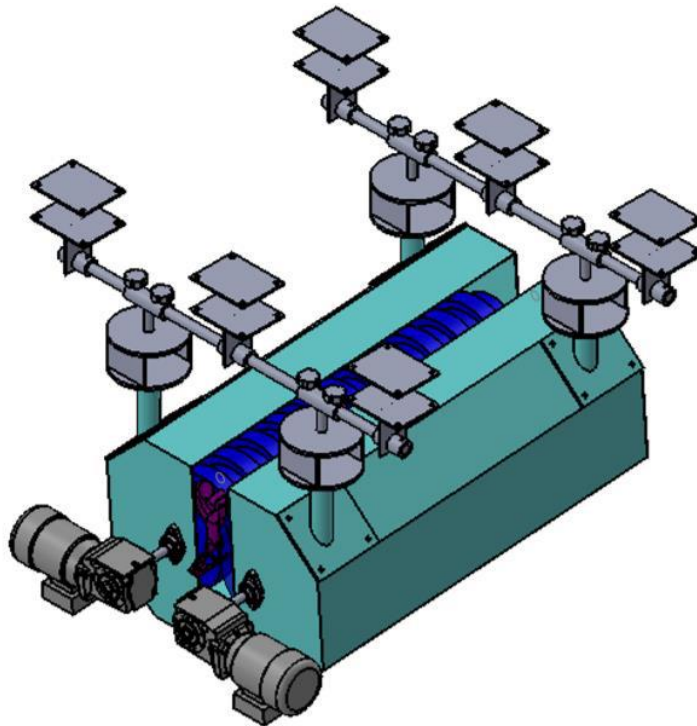


Figura 47-3. Fase de cepillado

Realizado por: Díaz W. 2021

3.8.2 *Diseño de carcasa de cepillos*

La carcasa de cepillos es el elemento construido en lámina de 2,5 mm, construida en 2 partes que son móviles como se puede ver en la figura 48-3.

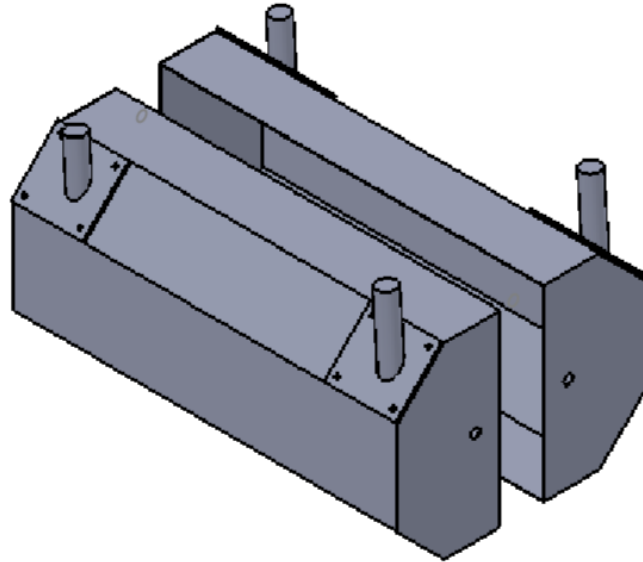


Figura 48-3. Carcasa de cepillos

Realizado por: Díaz W. 2021

Las medidas generales de la carcasa de los cepillos se muestran en la tabla 47-3.

Tabla 47-3: Dimensiones generales de la carcasa de cepillos

Dimensiones	
Longitud	1240 mm
Ancho	804 mm
Alto	740 mm

Realizado por: Díaz W. 2021

3.8.3 *Selección de cepillos*

Los cepillos están constituidos por una base y cerdas. La base se fabrica con nylon y es un soporte que tiene múltiples agujeros donde las cerdas se incrustan. Las cerdas plásticas se fabrican con material PET. Estos cepillos se construyen localmente con un proveedor especializado de la ciudad. Para el cepillado de los ganchos se requieren dos cepillos.

El diámetro necesario que debe abarcar el cepillo es de 300 mm de acuerdo a las dimensiones del gancho para garantizar la limpieza correcta de sus superficies.

La tabla 48-3 resume las características de los cepillos que se seleccionaron para la fase de cepillado.

Tabla 48-3: Características del cepillo

Características del cepillo		
Base	Longitud de la base	1200 mm
	Diámetro exterior de base	60 mm
	Diámetro interior de base	25 mm
	Material	Nylon
Cerda	Diámetro de cerda	300 mm
	Longitud de cerda	120 mm
	Material	PET
Masa total del cepillo		50 kg

Realizado por: Díaz W. 2021

El modelo tridimensional de los cepillos se presenta en la figura 49-3.

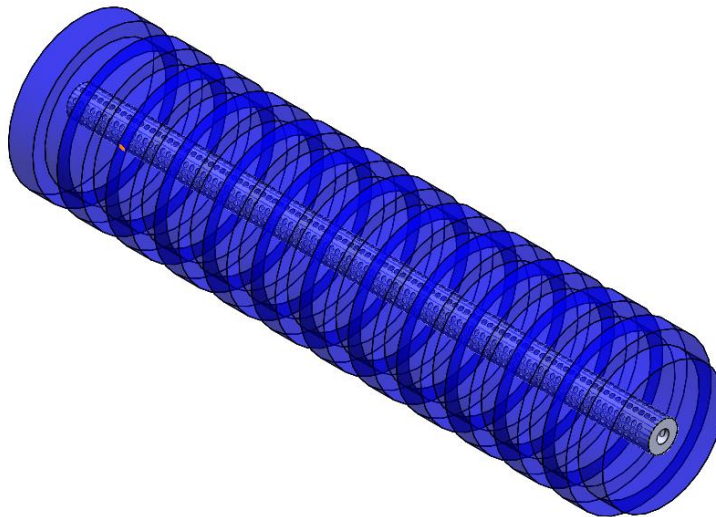


Figura 49-3. Cepillo cilíndrico

Realizado por: Díaz W. 2021

3.8.3.2 Fuerza de fregado

La fuerza de fregado recomendada por el fabricante del cepillo en base a su experiencia con el lavado de materiales plásticos es de 30-40 kgf, por lo tanto:

$$F_f = 40 \text{ Kg} = 392 \text{ N}$$

3.8.3.3 Número de ganchos a lavar

Se calcula mediante la división de la longitud de lavado y la longitud del gancho, es el número de ganchos que se lavan en la longitud del cilindro de cepillado.

$$N = \frac{1200 \text{ mm}}{128 \text{ mm}} = 9,375$$

3.8.3.4 Velocidad

La velocidad de lavado que recomienda el fabricante de los cepillos es de 1 a 2 m/s, por lo tanto:

$$v = 1,5 \frac{m}{s}$$

3.8.3.5 Velocidad angular

$$\omega = \frac{v}{r} \tag{10}$$

Donde:

$$v = 1,8 \frac{m}{s}$$

$$r = 0,15 \text{ m}$$

Ingresando los datos en la formula, se tiene:

$$\omega = 12 \frac{rad}{s} = 116 \text{ rpm}$$

3.8.3.6 Potencia

La potencia se calcula con la fórmula:

$$P = Fv \tag{11}$$

Donde:

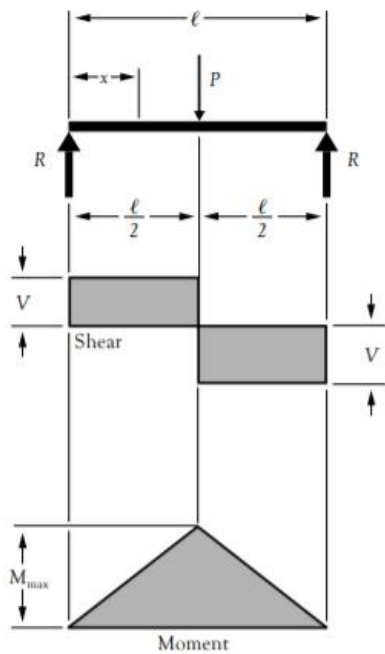
$$F = 392 \text{ N}$$

$$v = 1,8 \frac{m}{s}$$

La potencia de los motorreductores de la fase de cepillado es:

$$P = 705,6 \text{ W}$$

3.8.3.7 Momento flector



$$R = V \dots \dots \dots = \frac{P}{2}$$

$$M_{\max} \text{ (at point of load)} \dots \dots \dots = \frac{P\ell}{4}$$

$$M_x \text{ (when } x < \frac{\ell}{2} \text{)} \dots \dots \dots = \frac{Px}{2}$$

$$\Delta_{\max} \text{ (at point of load)} \dots \dots \dots = \frac{P\ell^3}{48EI}$$

$$\Delta_x \text{ (when } x < \frac{\ell}{2} \text{)} \dots \dots \dots = \frac{Px}{48EI} (3\ell^2 - 4x^2)$$

Figura 50-3. Eje de cepillos con carga concentrada en el centro

Fuente: (American Foster & Paper Association, 2007)

El momento flector lo define la figura 50-3 mediante la fórmula:

$$M_b = \frac{Pl}{4} \tag{12}$$

Donde:

$$W = 50 \text{ Kgf} = 490 \text{ N}$$

$$l = l_1 = 1,2 \text{ m}$$

El momento flector calculado es:

$$M_b = 147 \text{ Nm}$$

3.8.3.8 Momento torsor

El momento torsor se calcula mediante la fórmula:

$$M_t = \frac{9550P}{n} \text{ [Nm]} \tag{13}$$

Donde:

$$P = 0,71 \text{ KW}$$

$$n = 120 \text{ rpm}$$

Por lo tanto el momento torsor es:

$$M_t = 56,5 \text{ Nm}$$

3.8.4 Diseño de eje de los cepillos

Se empieza calculando el momento equivalente que se expresa mediante la fórmula:

$$M_e = 0,35M_b + 0,65\sqrt{(M_b)^2 + (M_t)^2} \quad (14)$$

Donde:

$$M_b = 147 \text{ Nm}$$

$$M_t = 56,5 \text{ Nm}$$

Por lo tanto:

$$M_e = 153,81 \text{ Nm}$$

Luego se calcula el esfuerzo a flexión permisible a través de la fórmula:

$$\sigma_b = \frac{S_y}{fs} \quad (15)$$

Donde:

$$S_y = 220$$

$$fs = 4$$

Entonces el esfuerzo a flexión permisible es:

$$\sigma_b = 55 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Mediante el momento equivalente y el esfuerzo a flexión permisible se ingresa la figura 51-3 donde se aconseja que el diámetro del eje de los cepillos sea de 28 mm.

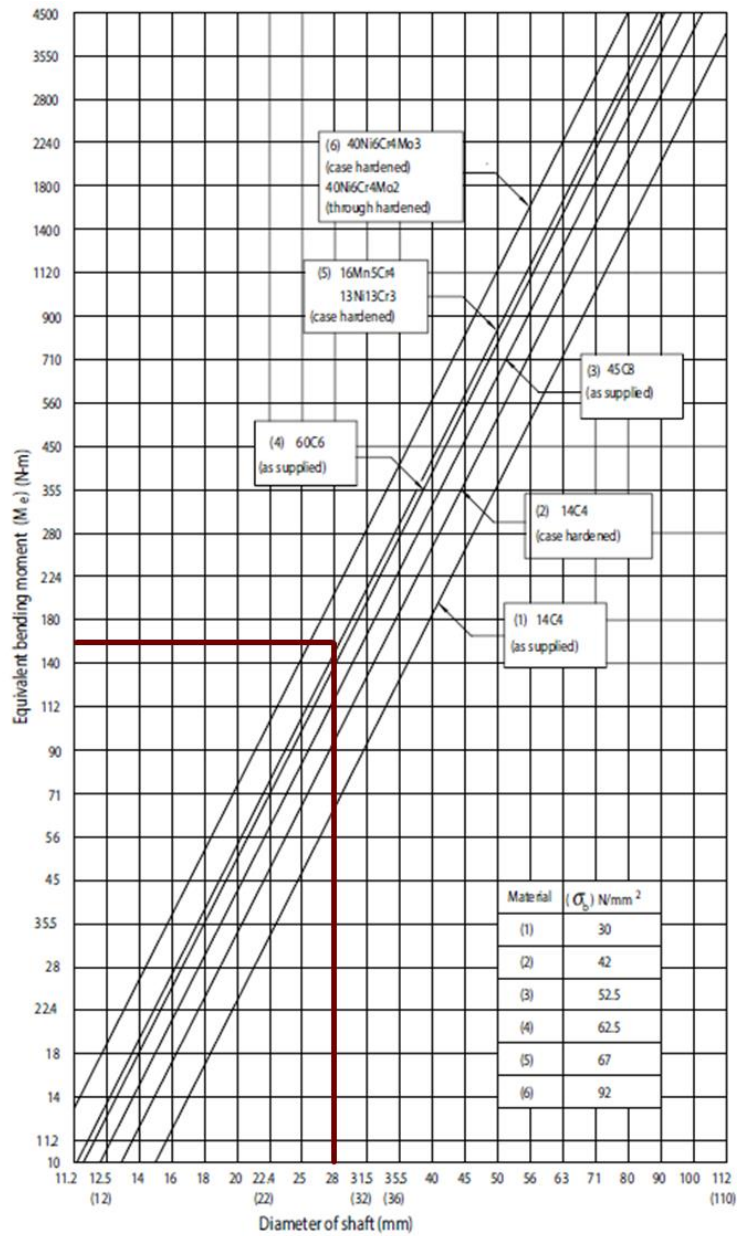


Figura 51-3. Diámetro del eje sometido a flexión y torsión

Realizado por: Díaz W. 2021

La representación tridimensional del eje se puede observar en la figura 52-3.

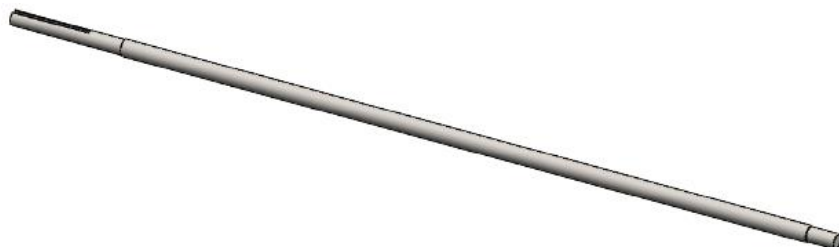


Figura 52-3. Eje de cepillos

Realizado por: Díaz W. 2021

3.8.5 Verificación de resistencia del eje de los cepillos

Mediante la simulación del eje en un estudio de análisis estático de SolidWorks se obtuvo un factor de seguridad de 2,5. El valor de factor de seguridad es igual al calculado para el diámetro de eje de 28 mm, por lo que se comprueba la selección del material y el dimensionamiento del eje. Los resultados del factor de seguridad del eje de los cepillos, que arrojó la simulación se indican en la figura 53-3.

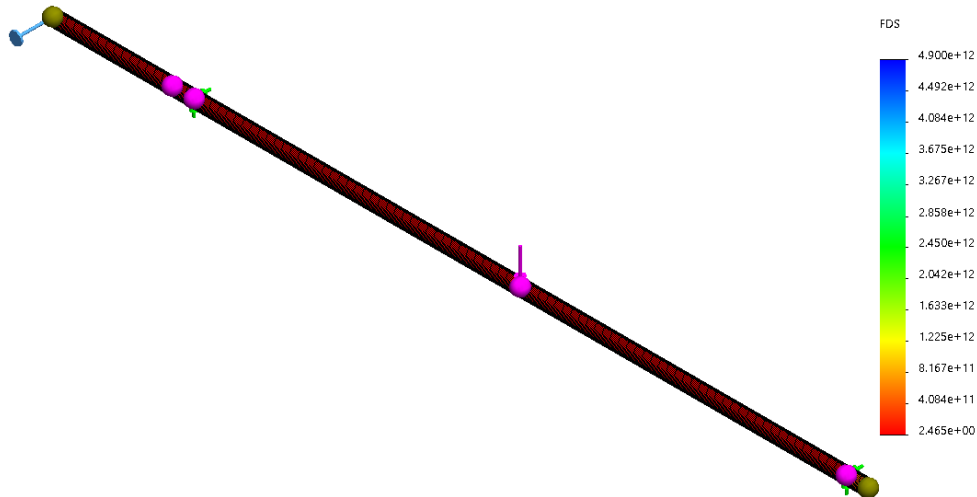


Figura 53-3. Verificación de la resistencia del eje de cepillos

Realizado por: Díaz W. 2021

3.8.6 Selección de chumaceras

Para la selección de las chumaceras se necesita calcular las reacciones del eje de cepillos. La figura 50-3 muestra los diagramas de cortante, momento flector y fórmulas para el cálculo de reacciones, momento flector y deformación para el eje de cepillos.

A través de la figura 50-3, las reacciones del eje se calculan mediante la fórmula:

$$R = \frac{P}{2} \quad (16)$$

Donde:

R = Reacción en el apoyo

P = 294 N

Entonces:

$$R = 147 \text{ N} = 0,147 \text{ KN}$$

Dado que las cargas son bajas y la velocidad de funcionamiento del eje también es baja, utilizaremos dos unidades de rodamientos rígidos.

Se conoce que:

$$n = 120 \text{ rpm} = 12,57 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$d_{\text{eje}} = 28 \text{ mm}$$

El diámetro de la sección de eje en contacto con las chumaceras es de 25 mm.

De acuerdo al catálogo SKF, la carga equivalente es igual al valor de las reacciones en los apoyos.

$$F_r = 0,147 \text{ KN}$$

A partir de la figura 49-3 proporcionada por el fabricante se reconocen tres posibles opciones, para un diámetro de 25 mm, que deben evaluarse para seleccionar las unidades de rodamiento más adecuado.

Tabla 49-3: Selección de unidad de rodamiento SKF

Dimensiones principales		Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidad límite con tolerancia de eje h6	Masa	Designaciones	Tapa lateral asociada
d	J	C	C ₀	P ₀	r. p. m.	kg	Unidad de rodamientos	
mm		kN		kN			-	
20	90	10,8	6,55	0,28	5 000	0,23	F2BC 20M-TPSS	ECB 504
	90	12,7	6,55	0,28	5 000	0,23	F2BC 20M-TPZM	ECB 504
	89,7	10,8	6,55	0,28	5 000	0,47	F2BSS 20M-YTPSS	ECW 204
25	99	11,9	7,8	0,335	4 300	0,29	F2BC 25M-TPSS	ECB 505
	99	14	7,8	0,335	4 300	0,3	F2BC 25M-TPZM	ECB 505
	98,8	11,9	7,8	0,335	4 300	0,72	F2BSS 25M-YTPSS	ECW 205
30	117	16,3	11,2	0,475	3 800	0,44	F2BC 30M-TPSS	ECB 506
	117	19,5	11,2	0,475	3 800	0,44	F2BC 30M-TPZM	ECB 506
	116,7	16,3	11,2	0,475	3 800	0,97	F2BSS 30M-YTPSS	ECW 206

Fuente: (SKF, 2019)

Evaluaremos las tres alternativas posibles para seleccionar la mejor de acuerdo a su vida nominal básica.

$$L_{10h} = \left(\frac{10^6}{60n} \right) \left(\frac{C}{P} \right)^P$$

Tabla 50-3: Evaluación de opciones a vida nominal básica

Unidad de Rodamiento (Chumacera)	Capacidad de carga básica dinámica	Carga dinámica equivalente (KN)	Relación de carga	Vida nominal básica
	C	P=Fr	C/P	L10h
F2BSS 25M-TPSS	11,90	0,15	80,95	2618,74
F2BSS 25M-TPZM	14,00	0,15	95,24	2682,05
F2BSS 25M-YTPSS	11,90	0,15	80,95	2618,74

Fuente: (SKF, 2019)

Realizado por: Díaz W. 2021

Evaluamos las tres posibles opciones indicadas por el catálogo SKF. Por medio de la tabla 50-3 se encontró que la mejor unidad de rodamiento es la F2BSS 25M-TPZ porque su vida nominal básica es la mayor en comparación con las otras dos opciones.

Para el proyecto se requiere una unidad de rodamiento con tapa laterales que se monta en el extremo libre del eje y otra unidad sin tapa laterales que se coloca en el extremo conductor del eje. La figura 54-3 muestra la chumacera seleccionada F2BSS 25M-TPZM.



Figura 54-3. Chumacera SKF designación F2BSS 25M-TPZM

Fuente: (SKF, 2019)

La figura 55-3 muestra la chumacera seleccionada F2BSS 25M-TPZM ECB505.



Figura 55-3. Chumacera SKF designación F2BSS 25M-TPZM ECB505

Fuente: (SKF, 2019)

3.8.7 Selección de motorreductor

3.8.7.1 Cálculo de potencia de entrada de motorreductor

El rendimiento del motorreductor se expresa mediante la relación entre la potencia mecánica de entrada y la potencia de salida que calculamos.

$$\eta = \frac{P_1}{P_2} \quad (17)$$

Donde:

$$\eta = 0,96$$

$$P_1 = P = 705,6 \text{ W} = 0,71 \text{ KW}$$

Por lo tanto:

$$P_2 = 0,74 \text{ KW}$$

Al reemplazar los datos en la formula se obtiene la potencia requerida que debe suministrar el motorreductor al sistema que es 0,74 KW, pero debido a que el catálogo tabula la menor potencia entre sus productos a 0,75 KW utilizaremos ese valor.

3.8.7.2 Cálculo de factor de servicio de motorreductor

De acuerdo a la información del catálogo de motorreductores Rossi, se determina el factor de servicio:

$$fs = fs_1 fs_2 fs_3 fs_4 fs_5 \quad (18)$$

Donde:

$$fs_1 = 1,25$$

$$fs_2 = 1$$

$$fs_3 = 1$$

$$fs_4 = 1$$

$$fs_5 = 1,06$$

El factor de servicio calculado es:

$$fs = 1,325$$

3.8.7.3 Selección online de motorreductor

Rossi cuenta con una herramienta de selección online por medio de su página web <https://roc.rossi.com/Catalogue/> permite utilizar un catálogo amigable con el usuario y es importante en la optimización de tiempo para el desarrollo de este proyecto. La figura 56-3 presenta la interfaz de usuario de selección de motorreductor del fabricante Rossi.

Se ingresan los datos de tipo de motorreductor, potencia, revoluciones por minuto y factor de servicio luego el sitio web nos indica la mejor opción para nuestro uso.

Catálogo: paralelos y ortogonales

Ejecución del árbol: Ortogonales

Area de utilización: Europa (50 Hz)

con motor sin motor

Potencia en entrada kW: 0,75

Par en salida requerido Nm:

Par de pico Nm:

Velocidad en salida: 116 ± 5 %


Relación de transmisión i : ± %

Factor de servicio f_s :

Tipo del motor: Motores asincronos trifásicos normales

Directiva: Motor ErP

Clase de rendimiento: Todos



Características

- Carcasa monobloque
- Engranajes rectificadas incluidos los engranajes cónicos
- Accesorios de serie
- Facilidad y economía de la aplicación

Ventajas

- Prestaciones elevadas y duraderas en el tiempo
- Frestaciones uniformes en el tiempo motorreductores con brida motor IEC
- Fácil reperibilidad en el mercado

Código del producto	Potencia en entrada kW	Velocidad en salida	Par en salida Nm	Factor de servicio f_s	Relación i	Dimensiones de acoplamiento en entrada	IEC	Polos	Clase de rendimiento	M2 max Nm	Comparar
G MR CI 40	0,75	121,24	56	1,56	11,30	14x160	71B5	4	S3 70%	141	<input type="checkbox"/>

Figura 56-3. Selección de motorreductor Rossi para la fase de cepillado

Fuente: (Rossi, 2018)

En este caso, Rossi indica que el motorreductor que satisface las necesidades de transmisión de movimiento tiene las características indicadas en la figura 57-3.

G MR CI 40 - HB 71 D 4

Catálogo	paralelos y ortogonales	
Máquina	Motorreductor	
Engrenajes	1 engranaje cónico y 1 engranaje cilíndrico	
Tamaño	40	
Potencia en entrada P_1	[kW]	0,75
Velocidad en entrada n_1	[min ⁻¹]	1.370
Relación	11,3	
Velocidad en salida n_2	[min ⁻¹]	121,24
Par en salida M_2	[N m]	56
Factor de servicio f_s	1,56	
Par máximo en salida M_{N2max}	[N m]	141
Acoplamiento en entrada <math>\Phi D \times E</math>	14x160	
N. Polos	4	
Masa	[kg]	15,5
Tipo motor	Motores asíncronos trifásicos normales	
Directiva de referencia	Motor ErP	
Clase de eficiencia	S3 70%	
Tensión alimentación	[V]	230.400
Frecuencia	[Hz]	50
Modelo	UO3A	
Forma constructiva	B3	
Motor terminal box position	TB0	

Prev

Next



Figura 57-3. Motorreductores Rossi para la fase de cepillado

Fuente: (Rossi, 2018)

Para la fase de cepillado se requieren dos motorreductores que giren en sentidos contrarios. Las representaciones tridimensionales de los dos motorreductores para la fase de cepillado se muestran en la figura 57-3.

3.8.8 Diseño de sistema de sujeción y regulación de posición horizontal/vertical

El sistema de sujeción de los rodillos permite fijar el equipo a la estructura puente, el sistema regula su altura en su eje vertical, mediante eje roscado, y además posee un sistema que regula la distancia entre cepillos mediante bocines que se fijan por mariposas, sobre el eje que se mantiene fijo.

3.8.8.1 Diseño de varilla de soporte

El diámetro de raíz de la varilla roscada se calcula con la fórmula:

$$d_c = \sqrt{\frac{4Pfs}{\pi S_y}} \quad (19)$$

Donde:

d_c = diametro de raíz de la varilla roscada

$P = 735N$

fs = factor de seguridad = 5

$S_y = 220 \frac{N}{mm^2}$

Entonces:

$$d_c = 4,61 \text{ mm}$$

El valor mínimo de diámetro que soportará la carga es de 4,61 mm, pero dado que se requiere manipular una tuerca tipo mariposa para la regulación de altura, se utiliza un valor de 25 mm para que se facilite la regulación de altura. La varilla de soporte se observa en la figura 58-3.



Figura 58-3. Varilla de soporte

Realizado por: Díaz W. 2021

3.8.8.2 Diseño de regulador de altura

El regulador de altura se diseñó en base al requerimiento de operación manual de regulación de altura. Consta de un cuerpo, dos pernos mariposa, una tuerca mariposa y una varilla de soporte. El regulador de altura se puede observar en la figura 59-3.

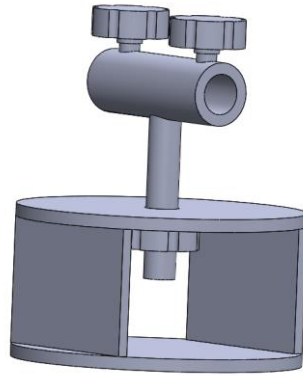


Figura 59-3. Regulador de altura

Realizado por: Díaz W. 2021

3.8.9 Diseño de eje de regulación de posición horizontal de cepillos

La masa de la carga a soportar es igual a 300 kg al multiplicarlo por la aceleración 9,8 m/s² se obtiene el peso a soportar de 2940 N. A partir de este valor y de acuerdo a la disposición de apoyos en el eje se procede a calcular el momento flector con ayuda de la figura 60-3.

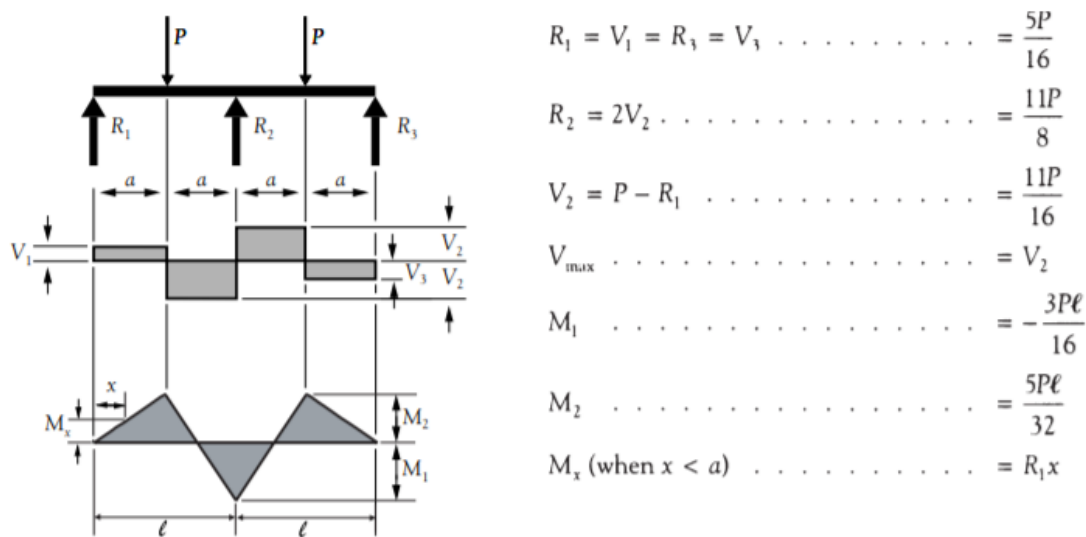


Figura 60-3. Eje de dos tramos iguales con dos cargas iguales simétricamente espaciadas

Realizado por: Díaz W. 2021

El momento flector máximo se calcula con la fórmula:

$$M_b = \frac{3Pl}{16} \quad (20)$$

Donde:

$$P = \frac{2940 \text{ N}}{4} = 735 \text{ N}$$

$$l = 0,65 \text{ m}$$

Entonces:

$$M_b = 89,58 \text{ Nm}$$

El esfuerzo de flexión del eje se calcula mediante:

$$\sigma_b = \frac{S_y}{fs} \quad (21)$$

Donde:

$$S_y = 220 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$fs = 7$$

El esfuerzo de flexión calculado es:

$$\sigma_b = 31,43 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

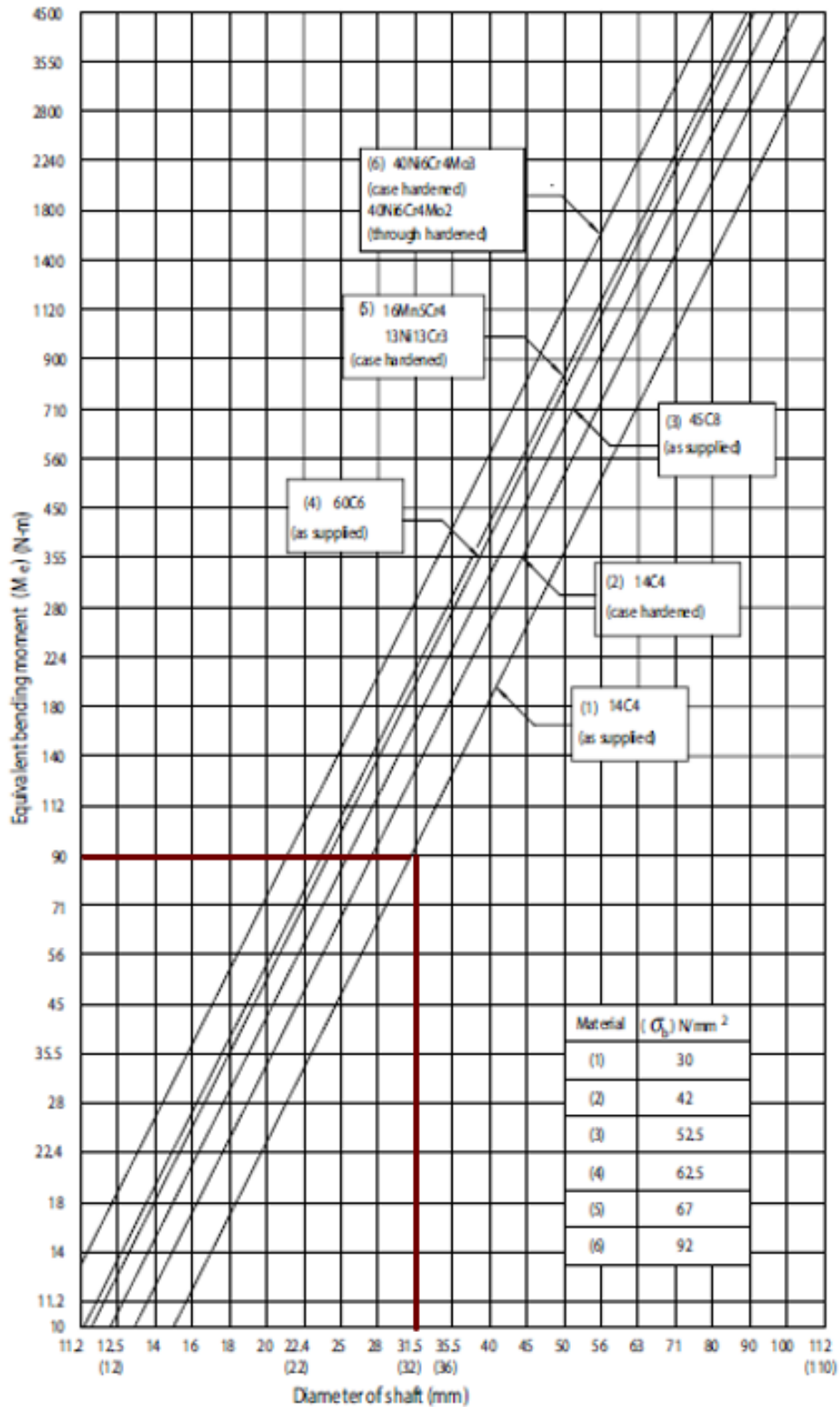


Figura 61-3. Diámetro del eje sometido a flexión

Fuente: (Bhandari, 2014)

A través de la figura 62-3, se obtiene el diámetro del eje de regulación horizontal de posición de los ejes que sirve para acercar o alejar a los cepillos. El valor del diámetro del eje de regulación

de posición horizontal es de 32 mm. La representación tridimensional del elemento se observa en la figura 62-3.



Figura 62-3. Eje de regulación de posición horizontal de cepillos

Realizado por: Díaz W. 2021

3.8.10 Verificación de resistencia del eje de regulación de posición horizontal

Se realiza un estudio en SolidWorks mediante análisis estático donde se simula las cargas y apoyos que intervienen en el eje. Se encuentra que el factor mínimo de seguridad es de 7,5 lo que comprueba que el eje diseñado soporta sin problemas las cargas porque en contraste con los valores obtenido con Bhandari se calculó un factor de seguridad de 7. Los resultados del factor de seguridad en el eje se muestran en la figura 63-3.

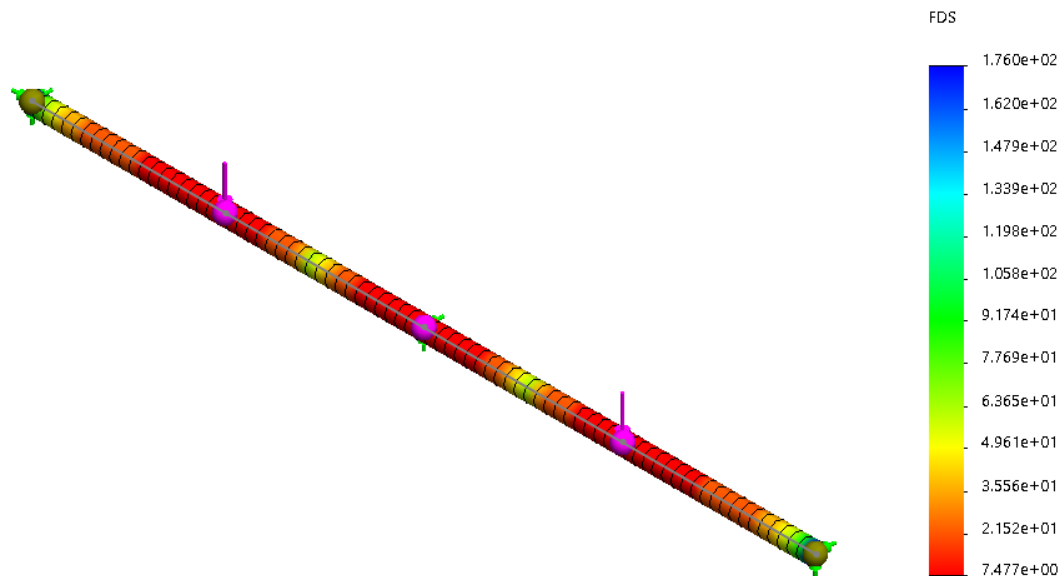


Figura 63-3. Verificación de la resistencia del eje de regulación de posición horizontal

Realizado por: Díaz W. 2021

3.8.11 Diseño de estructura metálica

De acuerdo al estandar ISO, para la estructura metalica es recomendable selecciónr perfiles cerrados, por esta razón se utiliza un perfil cuadrado de acero galvanizado de 100x3 mm y abarca el espacio determinado de 4x4,8x2,5 m.

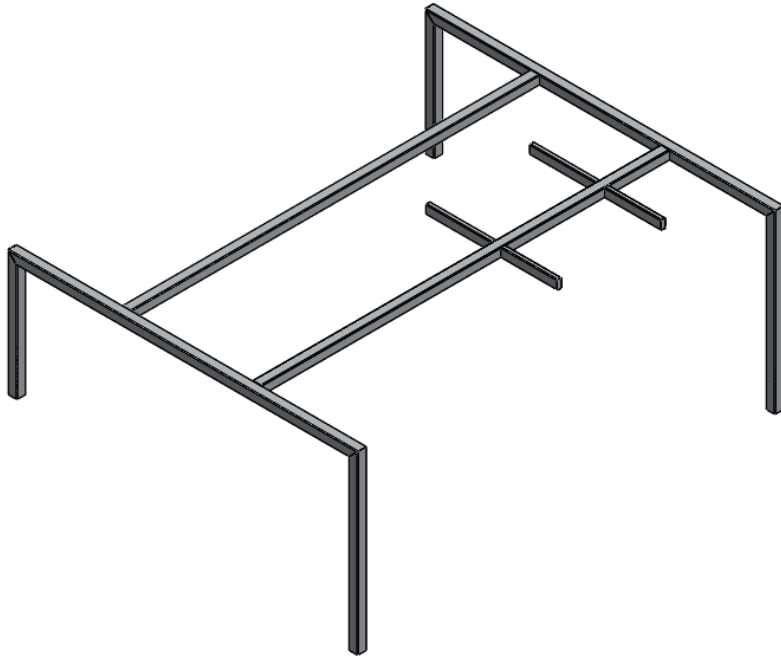


Figura 64-3. Estructura metálica de fase de cepillado

Realizado por: Díaz W. 2021

La figura 64-3 se observa la estructura metálica destinada a soportar los componentes de la fase de cepillado. El peso que la estructura soportará es 300 Kgf.

3.8.12 Simulación de estructura metálica

La verificación de la resistencia de la estructura metálica se realizó mediante el software Solidworks en el complemento Simulation donde se indicó un análisis estático requerido y se ingresó los datos de fuerzas y apoyos que actúan en la estructura.

En la figura 65-3 se muestra los resultados del cálculo de factor de seguridad en los elementos de la estructura metálica. El factor mínimo obtenido es 4,7 que satisface el comportamiento óptimo de la estructura frente al peso que soporta.

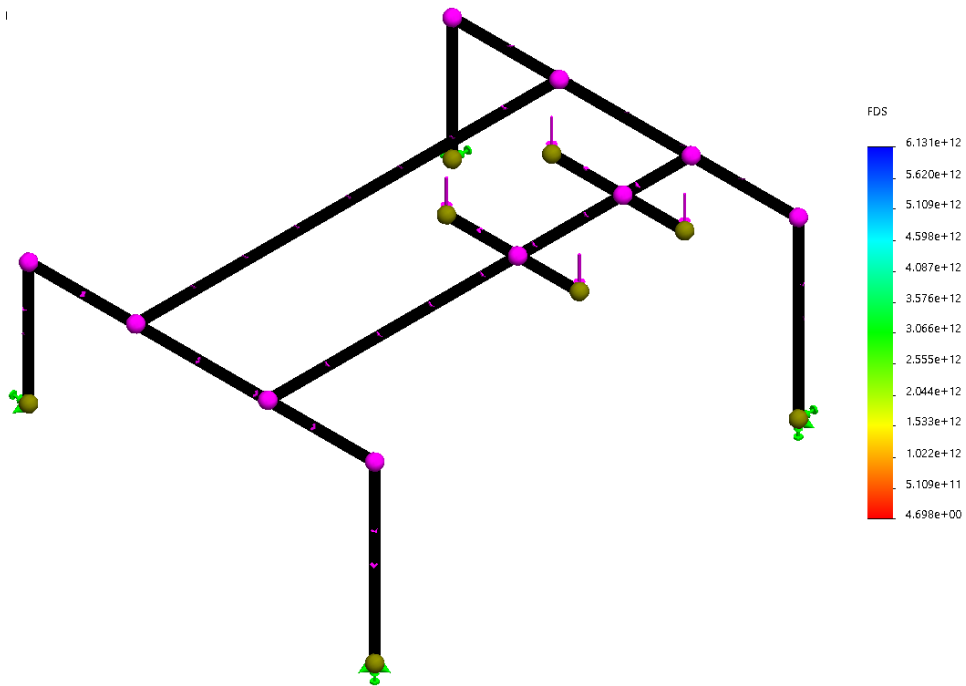


Figura 65-3. Verificación de resistencia de la estructura metálica

Realizado por: Díaz W. 2021

3.9 Diseño mecánico y selección de elementos de la fase de enjuague

La fase de enjuague se observa en la figura 66-3. Para esta fase se considera:

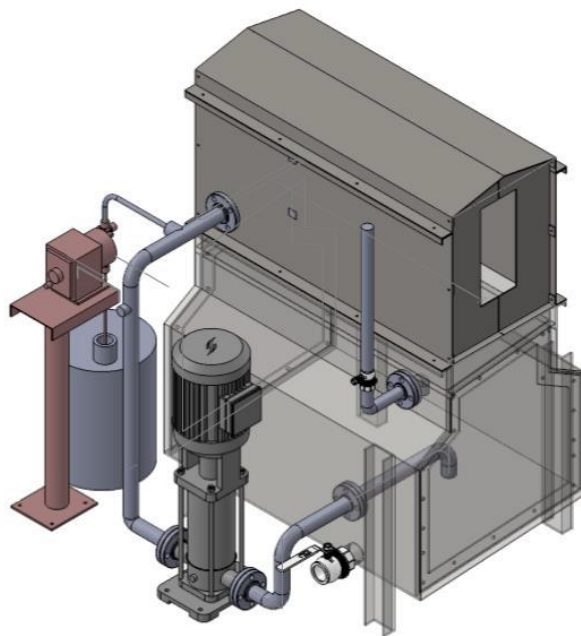


Figura 66-3. Fase de enjuague

Realizado por: Díaz W. 2021

La fase de enjuague posee los siguientes equipos:

- Panel de enjuague
- Red hidráulica de enjuague
- Tanque y carcasa de fase de enjuague
- Dosificador de químicos del enjuague
- Panel de enjuague

3.9.1.2 Selección de Shiglor

A través de la tabla 51-3 se selecciona un shiglor de abanico plano tipo H-U de calibre 10 que cuya presión de trabajo es 10 bar.

Tabla 51-3: Selección de calibre de shiglor H-U para la fase de enjuague

Spray Angle at 3 bar	Nozzle Type/ Inlet Conn. (in.)										Capacity Size	Equiv. Orifice Dia. (mm)	Capacity (liters per minute)*															Spray Angle (°)*			
	H-U					H-DU		U					0.4	0.7	1.5	2	3	4	6	7	15	20	35	1.5	3	6	15				
	1/8	1/4	3/8	1/2	3/4	1/8	1/4	1"	1-1/4	2'																					
40°	●	●	●			●	●				10	2.0	1.4	1.9	2.8	3.2	3.9	4.6	5.6	6.0	8.8	10.2	13.5	32	40	45	48				
	●	●	●	●		●	●				15	2.4	2.2	2.9	4.2	4.8	5.9	6.8	8.4	9.0	13.2	15.3	20	32	40	45	48				
	●	●	●	●		●	●				20	2.8	2.9	3.8	5.6	6.4	7.9	9.1	11.2	12.1	17.7	20	27	32	40	45	48				
	●	●	●	●		●	●				30	3.4	4.3	5.7	8.4	9.7	11.8	13.7	16.8	18.1	26	31	40	33	40	45	48				
	●	●	●	●		●	●				40	3.9	5.8	7.6	11.2	12.9	15.8	18.2	22	24	35	41	54	34	40	45	48				
	●	●	●	●		●	●				50	4.4	7.2	9.5	14.0	16.1	19.7	23	28	30	44	51	67	35	40	45	48				
	●	●	●		●	●				60	4.8	8.6	11.4	16.8	19.3	24	27	34	36	53	61	81	35	40	45	48					

Fuente: (Spraying Systems Co., 2019)

The image shows a digital calculator interface for determining nozzle flow rate. At the top, there are unit selection options for 'U.S.' and 'Metric', with 'Metric' selected, and a 'Reset' button. Below this, the 'Nozzle type' is set to 'Flat Spray'. A section titled 'Choose the variable to solve for:' has two radio buttons: 'Spray pressure required for a desired flow rate' (unselected) and 'Flow rate at a given spray pressure' (selected). Underneath, there are two input fields: 'Nozzle spray pressure (BAR)' with a value of 6, and 'Nozzle flow rate (L/MIN)' with a value of 7. Below these are 'New spray pressure (BAR)' set to 10 and 'Specific gravity' set to 1.0 (water). A blue button labeled 'CALCULATE FLOW RATE' is positioned below the inputs. The result is displayed in a dark blue box: 'The flow rate at the given pressure is 9.04 L/MIN'. At the bottom of the result box, there is a link that says 'Discuss results with a rep'.

Figura 67-3. Cálculo de caudal y presión de shiglores de enjuague

Fuente: (Spraying Systems Co, 2020)

Para el cálculo del caudal a la presión de 10 bar se utiliza la calculadora del fabricante que se observa en la figura 67-3 con lo cual se determina que el caudal de trabajo de un shiglor es 9,04 l/min.

3.9.1.3 Diseño de panel de enjuague

El panel está constituido de arcos tipo “U” que se conectan a una tubería en forma de colector y se unen a la línea de abastecimiento de agua mediante bridas. En esta distribución se tienen un total de 10 shiglores montados como se muestra en la figura 68-3.

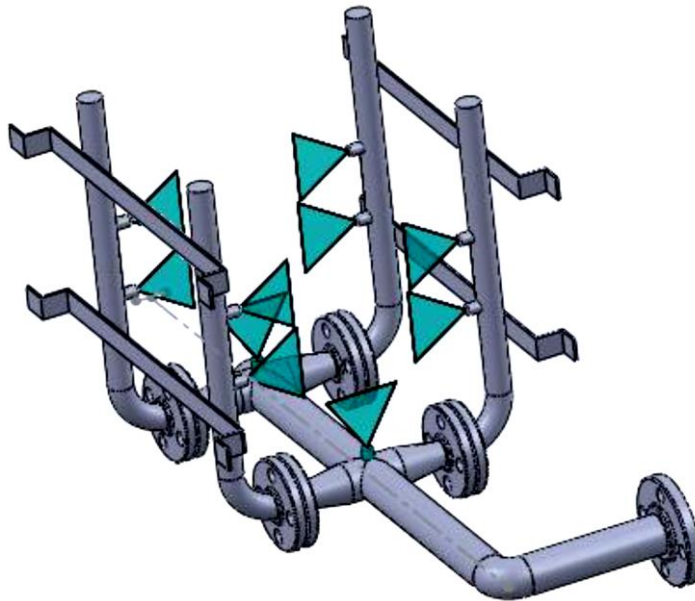


Figura 68-3. Panel de enjuague

Realizado por: Díaz W. 2021

La tubería para el panel en los arcos “U” tiene un diámetro de 3/4 pulgada en acero inoxidable AISI 304, la parte del colector se fabrica en tubería de 1 1/4 de pulgada, el panel es desmontable mediante bridas clase 150 para tubería de 3/4 pulgada. La tubería montada en su totalidad es del tipo cédula 40.

3.9.2 Diseño de red hidráulica de enjuague

En la figura 69-3 se muestran las tuberías de succión y descarga a la bomba. Para el enjuague las tuberías de succión y descarga tienen un diámetro nominal de 1 1/4 de pulgada.

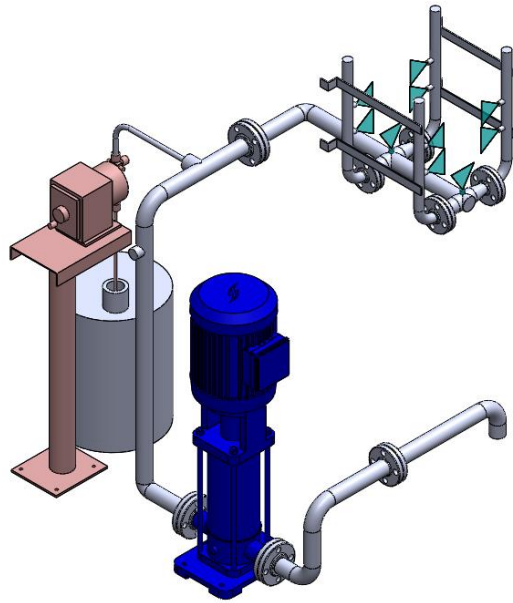


Figura 69-3. Diseño de red hidráulica de la fase de enjuague

Realizado por: Díaz W. 2021

La tabla 52-3 presenta las longitudes de tubería y número de accesorios que intervienen en la de fase de enjuague con su respectivo diámetro.

Tabla 52-3: Longitudes de tubería y número de accesorios de la fase de enjuague

Red hidráulica fase de enjuague			
Diámetro nominal	Longitud	Codos	Elevación
1 1/4"	3,443 m	6	0,864 m
3/4"	1,52 m	4	0,38 m

Realizado por: Díaz W. 2021

La tabla 53-3 resume los parámetros de presión, caudal y numero de shiglores utilizados en la red hidráulica de la fase de prelavado. Se denota que el caudal total requerido para abastecer la demanda de agua de los shiglores es 90,04 l/min.

Tabla 53-3: Parámetros de diseño hidráulico para la fase de prelavado

Parámetros de diseño de la red hidráulica		
Variable	Cantidad	Unidad
Presión del shyglor	10	bar
Caudal por shyglor	9,04	lpm
Numero de shyglores	10	
Flujo total del sistema	90,4	lpm

Realizado por: Díaz W. 2021

La tabla 54-3 muestra los resultados del cálculo de caída de presión por longitud y tipo de accesorios que pertenecen a la fase de enjuague. El software PipeFlow Wizard permitió la determinación de las caídas de presión.

Tabla 54-3: Cálculo de caídas de presión en el enjuague

Resumen de resultados obtenidos en PipeFlow Wizard para el enjuague			
Variable	Símbolo	Tramo 1 1/4"	Tramo 3/4"
Diámetro interno(mm)	Di	35,052	20,929
Rugosidad Interna(mm)	μ	0,045	0,045
Longitud(m)	L	3,443	1,52
Reducciones		5	6
Codos		5	6
Valor pérdida total por accesorios	K	3,15	4,14
Elevación	h	0,864	0,38
Caudal (lpm)	Q	90,4	90,4
Fluido	H2O	Agua 80°C (176°F)	Agua 80°C (176°F)
Tipo de flujo		Turbulento	Turbulento
Número de Reynolds	Re	54511	91295
Factor de Fricción	f	0,024	0,025
Velocidad del fluido (m/s)	v	1,561	4,38
Caída de presión por accesorios y longitud(bar)	ΔP	0,152	0,611

Realizado por: Díaz W. 2021

De la tabla 54-3 se suman las caídas de presión de cada uno de los tramos de tubería con lo cual se determina la caída total de presión en la fase de enjuague.

$$\Delta P_{total} = 0,152 \text{ bar} + 0,611 \text{ bar} = 0,763 \text{ bar}$$

La carga total de bombeo para el enjuague se obtiene de la formula.

$$TDH = P_{shyglor} + \Delta P_{total} \quad (22)$$

Donde:

$$P_{shyglor} = 10 \text{ bar}$$

$$\Delta P_{total} = 0,763 \text{ bar}$$

Para la red hidráulica de la fase se tiene que la carga total de bombeo es:

$$TDH = 10,763 \text{ bar}$$

3.9.2.2 Selección de la bomba para la fase de enjuague

Para la selección de la bomba del enjuague utilizamos los datos de caudal y presión calculados:

$$TDH = 10,763 \text{ bar} = 156,10 \text{ psi} = 109,78 \text{ mca} = 359,91 \text{ pies}$$

$$Q_{total} = 90,40 \text{ lpm} = 23,88 \text{ gpm} = 5,42 \frac{m^3}{hr}$$

Ingresando a la figura 70-3, la cual muestra la curva de selección de la serie de la bomba perteneciente al fabricante *Goulds Pumps*, se determina la serie para la bomba de la fase de enjuague

En la figura 70-3 establece que la bomba a utilizar es de la serie 5SV cuyas partes en contacto con el agua son fabricadas de acero inoxidable.

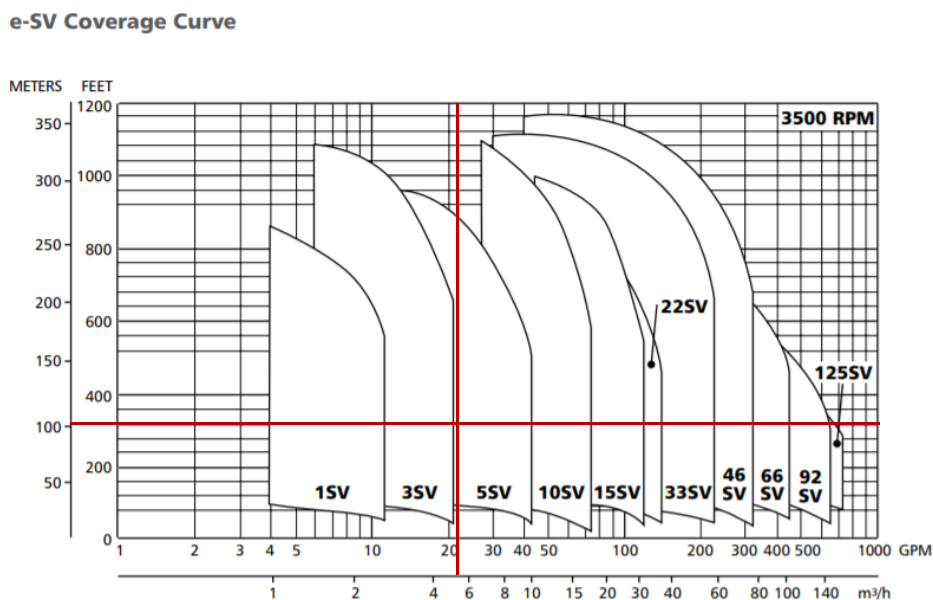


Figura 70-3. Selección de serie de bomba para el enjuague

Fuente: (Goulds Pumps, 2010)

Mediante la curva de la figura 71-3 se determina el número de etapas de la bomba de la fase de enjuague, que en este caso son 12 y funciona con una eficiencia del 68%.

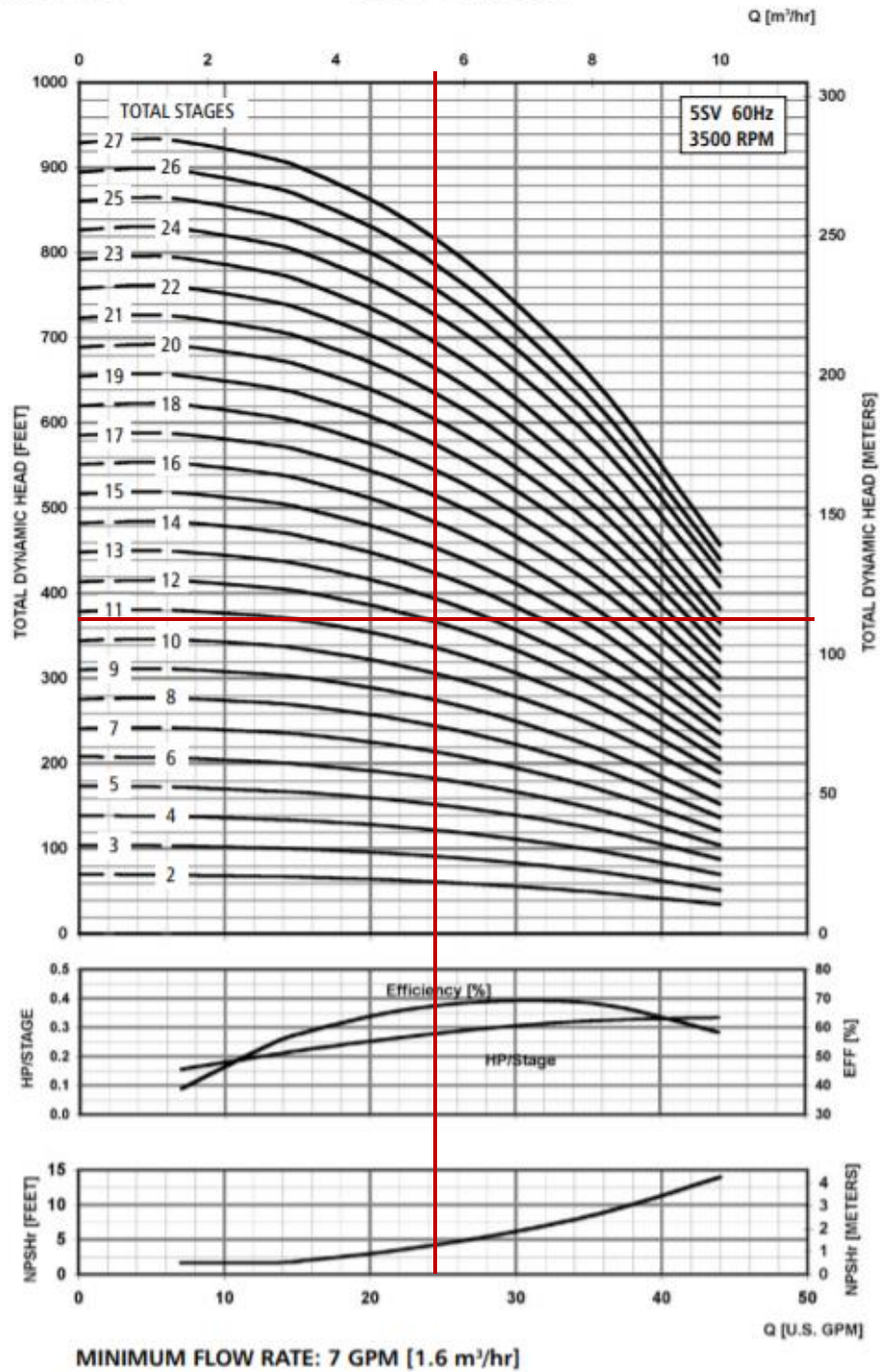


Figura 71-3. Curva de rendimiento de la serie de bomba 3SV a 3500 rpm para el enjuague

Fuente: (Goulds Pumps, 2010)

La potencia del motor eléctrico requerida en la bomba seleccionada para la fase de enjuague se determina usando la tabla 55-3.

Tabla 55-3: Selección de motor eléctrico para la bomba de enjuague

SSV SERIES — 60Hz, 3500 RPM ODP/TEFC Enclosures																														
Pump Type Stages	Motor				Dimensions (in)														Weight (lbs.)											
	HP	NEMA Frame				L1	L2				L3	L4	L5	L6	M (Ref.)	D1 (max.)				D2	Pump Only	Motor				Pump/Motor				
		ODP 1Ø	TEFC 1Ø	ODP 3Ø	TEFC 3Ø		ODP 1Ø	TEFC 1Ø	ODP 3Ø	TEFC 3Ø						ODP 1Ø	TEFC 1Ø	ODP 3Ø	TEFC 3Ø			ODP 1Ø	TEFC 1Ø	ODP 3Ø	TEFC 3Ø	ODP 1Ø	TEFC 1Ø	ODP 3Ø	TEFC 3Ø	ODP 1Ø
SSV-02	0.75	56C				13.86	10.79	9.91	9.16	9.29	-	-	12.88	12.88	5.19	6.19	6.19	6.19	6.19	4.13	25	27	29	21	21	52	54	46	46	
SSV-03	1					13.86	10.66	11.19	9.16	9.29	-	-	12.88	12.88	5.74	6.19	7.19	6.19	6.19	6.19	4.13	26	32	40	23	23	58	66	49	49
SSV-04	1.5					14.85	10.67	11.19	10.66	9.91	-	-	13.86	13.86	5.74	6.19	7.19	6.19	6.19	6.19	4.72	28	32	40	30	28	60	68	58	56
SSV-05	2					15.83	10.67	11.19	10.66	9.91	-	-	14.85	14.85	5.74	6.19	7.19	6.19	6.19	6.19	4.72	29	32	40	30	28	61	69	59	57
SSV-06	3					16.81	11.18	12.06	11.16	10.79	-	-	15.83	15.83	5.74	7.19	7.19	6.19	6.19	6.19	4.72	30	43	51	32	33	73	81	62	63
SSV-07	4					17.80	11.18	12.06	11.16	10.79	17.80	9.53	16.81	16.81	5.74	7.19	7.19	6.19	6.19	6.19	4.72	31	43	51	32	33	74	82	63	64
SSV-08	5					18.78	11.57	13.44	11.18	11.16	18.78	10.51	17.80	17.80	5.75	6.50	7.19	7.16	7.19	5.51	33	49	64	41	44	82	97	74	77	
SSV-09	6					19.77	11.57	13.44	11.18	11.16	19.77	11.50	18.78	18.78	5.75	6.50	7.19	7.16	7.19	5.51	33	49	64	41	44	82	97	74	77	
SSV-10	7					20.75	11.57	13.44	11.18	11.16	20.75	12.48	19.77	19.77	5.75	6.50	7.19	7.16	7.19	5.51	34	49	64	41	44	83	98	75	78	
SSV-11	8					22.44	13.93	15.43	12.55	13.93	22.44	13.46	21.45	21.45	6.87	8.88	8.86	9.02	8.86	5.51	37	81	92	62	69	118	129	99	106	
SSV-12	9	23.42	13.93	15.43	12.55	13.93	23.42	14.45	22.44	22.44	6.87	8.88	8.86	9.02	8.86	5.51	38	81	92	62	69	119	130	100	107					
SSV-13	10	24.40	13.93	15.43	12.55	13.93	24.40	15.43	23.42	23.42	6.87	8.88	8.86	9.02	8.86	5.51	40	81	92	62	69	121	132	102	109					
SSV-14	11	25.39	13.93	15.43	12.55	13.93	25.39	16.42	24.40	24.40	6.87	8.88	8.86	9.02	8.86	5.51	40	81	92	62	69	121	132	102	109					
SSV-15	12	26.37	13.93	15.43	12.55	13.93	26.37	17.40	-	25.39	6.87	8.88	8.86	9.02	8.86	5.51	41	81	92	62	69	122	133	103	110					
SSV-16	13	27.36	13.93	15.43	12.55	13.93	27.36	18.39	-	26.37	6.87	8.88	8.86	9.02	8.86	5.51	43	81	92	62	69	124	135	105	112					
SSV-17	14	28.54	13.93	15.43	12.55	13.93	28.54	19.37	-	27.55	6.87	8.88	8.86	9.02	8.86	5.51	45	81	92	62	69	126	137	107	114					

Fuente: (Goulds Pumps, 2010)

Para el accionamiento de la bomba 5SV de 12 etapas que funciona a 60Hz y gira a 3500 rpm se necesita acoplar un motor eléctrico de 5 hp de acuerdo a los datos indicados en la tabla 55-3. La figura 72-3 indica la representación tridimensional de la bomba multietapa de la fase de enjuague.

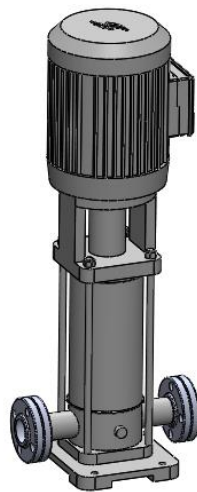


Figura 72-3. Bomba de enjuague

Realizado por: Díaz W. 2021

3.9.3 Simulación de red hidráulica de enjuague

Para la simulación de la fase de enjuague se construyó un modelo esquemático del sistema en el software PipeFlow Expert, se añadió las dimensiones de longitudes, diámetros y accesorios de acuerdo a la red hidráulica que se propuso para el enjuague. Al establecer el caudal necesario a manejar por el sistema, el programa automáticamente calcula el dato de carga total de bombeo a vencer en la etapa de enjuague. La simulación de la red hidráulica de la fase de enjuague se observa en la figura 73-3.

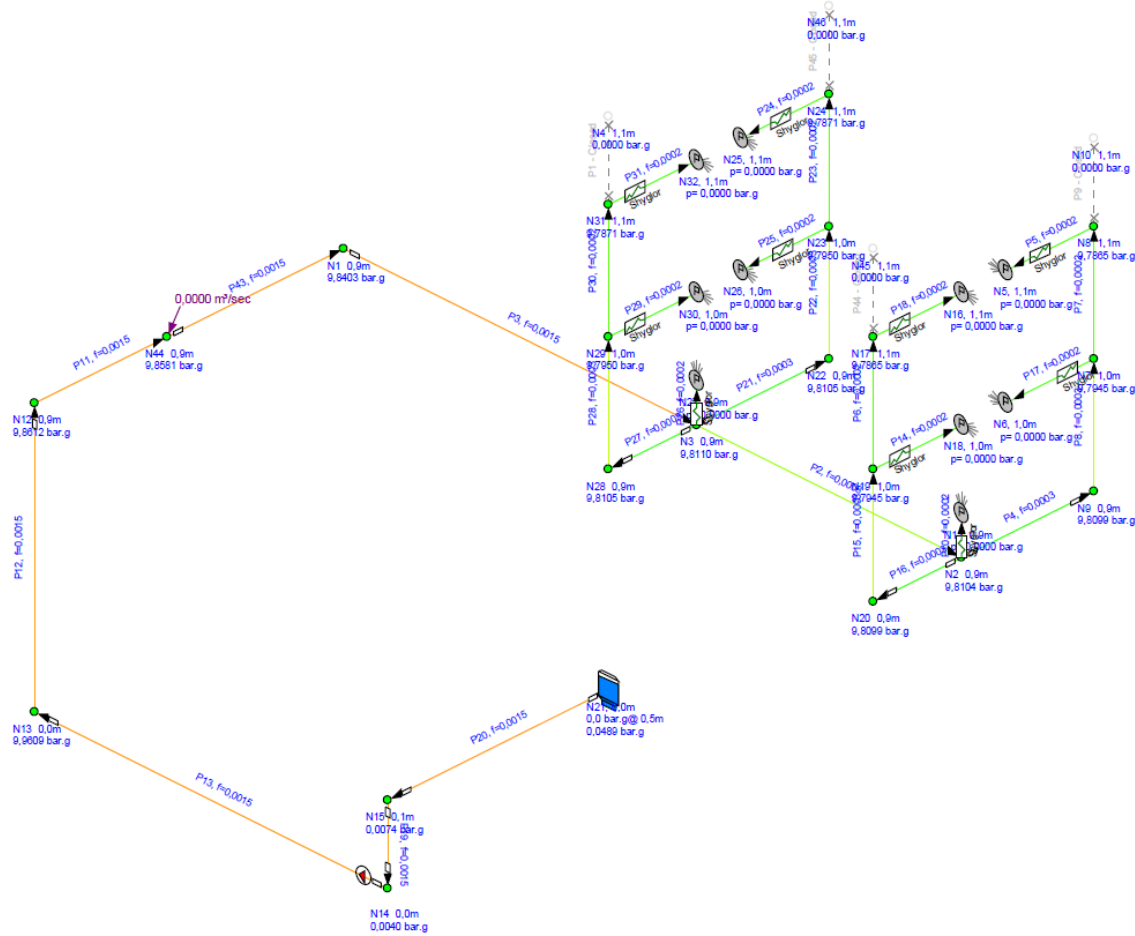
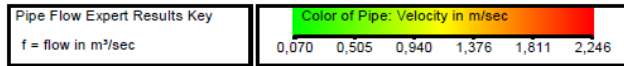


Figura 73-3. Verificación de carga total de bombeo en la fase de enjuague

Realizado por: Díaz W. 2021

La tabla 56-3 muestra los parámetros de caudal y presión calculados por PipeFlow Expert a través de la simulación de la red hidráulica de la fase de enjuague y que suplen la demanda de agua de los shiglores.

Tabla 56-3: Parámetros de bomba calculada por PipeFlow Expert para la fase de enjuague

Speed	Flow In/Out	Velocity	Suction Pressure	Discharge Pressure	Pump Head (+)	Pump NPSHa
rpm	m ³ /sec	m/sec	bar.g	bar.g	m.hd Fluid	m.hd (absolute)
Set Flow Rate	0,0015	1,561	-0,004	9,9739	102,052	9,998

Realizado por: Díaz W. 2021

En la tabla 57-3 se compara los datos calculados mediante PipeFlow Wizard y PipeFlow Expert para la fase de enjuague.

Tabla 57-3: Comparación de datos calculados con PipeFlow Wizard y PipeFlow Expert

Carga total de bombeo	Unidad	PipeFlow Wizard	PipeFlow Expert
TDH	bar	10,76	9,97
	psi	156,10	144,66
	m.c.a.	109,78	101,73
Error	%	7,33%	

Realizado por: Díaz W. 2021

Se aprecia que el error porcentual entre los cálculos y la simulación es menor al 10% por lo que se garantiza la validación del cálculo de la carga total de bombeo.

3.9.4 *Diseño de tanque de almacenamiento agua de fase de enjuague*

El tanque de almacenamiento de aguade prelavado se fabrica en acero inoxidable de 3 mm, posee una capacidad de 50 galones, el cual se soporta en patas a manera de perfil “C” de 6 mm, en la parte superior del tanque se encuentra la bandeja recolectora de agua de limpieza. Además, posee dos tapas laterales bridada que servirá para mantenimiento. En la figura 74-3 se indica el modelado del tanque de almacenamiento de agua de la fase de prelavado.

El tanque se llena de agua de la red de manera automática mediante un sensor de nivel de agua que envía la señal a una electroválvula, permitiendo llenar el tanque cuando se lo requiera.

El tanque de almacenamiento de agua recibe agua de la línea de abastecimiento de agua de la planta. Este equipo no recicla agua, está se envía al proceso de prelavado.

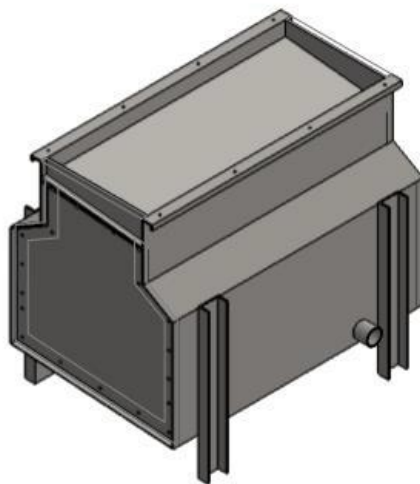


Figura 74-3. Tanque de almacenamiento de agua de fase de enjuague

Realizado por: Díaz W. 2021

3.9.5 Diseño de carcasa superior de fase enjuague

La carcasa (figura 75-3) es el elemento construido en lámina de 2 mm soportado sobre el tanque y posee ventanas de ingreso de ganchos, esta carcasa es desarmable para facilidad de mantenimiento, posee refuerzos laterales de ángulo y un techo tipo casa.

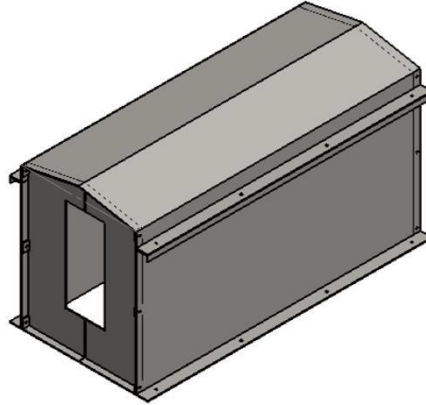


Figura 75-3. Carcasa de fase de enjuague

Realizado por: Díaz W. 2021

3.9.6 Selección de dosificador de químico de enjuague

Para la selección de la bomba dosificadora de químico se necesita tomar en cuenta la presión en la línea de bombeo de agua que es de aproximadamente 11 bar y caudal a suministrar que en este caso es de 5 litros por hora. En este caso se utiliza a ProMinent como proveedor del equipo. Mediante la figura 76-3 proveniente del fabricante se determina la serie de bomba requerida para el dosificador de químico de la fase de enjuague

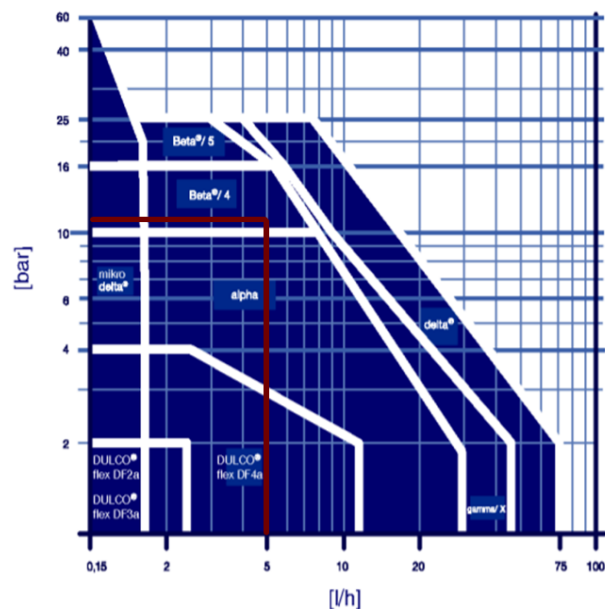


Figura 76-3. Selección de serie de bombeo de dosificación para la fase de enjuague

Fuente: (ProMinent, 2016)

Acorde a la figura 76-3 se requiere una bomba de la serie beta/5. Por medio de la tabla 58-3 se selecciona el tipo de bomba.

Para la dosificación de químico a la tubería de agua de la fase de enjuague se necesita una bomba dosificadora del tipo BT5b 1008 que funciona a una contrapresión máxima de 10 bar y arroja un caudal 6,8 l/h.

Tabla 58-3: Datos técnicos de la bomba seleccionada para el enjuague

Tipo bomba	Capacidad de la bomba a contrapresión máx.			Capacidad de la bomba a contrapres. media			Frecuencia de impulsos Imp./min	conectores para manguera ext. Ø x inter. Ø mm	Columna de aspiración		Consumo eléctrico		Peso bomba	
	bar	l/h	ml/Imp	bar	l/h	ml/Imp			mWs	W	PP, NP, PV, TT kg	SS kg		
Beta® b														
BT4b 1000***	10	0,7	0,07	5,0	0,8	0,08	180	6 x 4	6,0**	7,2	2,9	3,6		
BT4b 1601***	16	1,1	0,10	8,0	1,4	0,13	180	6 x 4	6,0**	9,6	2,9	3,6		
BT4b 1602***	16	2,2	0,20	8,0	2,5	0,24	180	6 x 4	6,0**	11,2	2,9	3,6		
BT4b 1604***	16	3,6	0,33	8,0	4,3	0,40	180	6 x 4	6,0**	15,2	3,1	3,9		
BT4b 0708***	7	7,1	0,66	3,5	8,4	0,78	180	8 x 5	6,0**	15,2	3,1	3,9		
BT4b 0413	4	12,3	1,14	2,0	14,2	1,31	180	8 x 5	3,0**	15,2	3,1	3,9		
BT4b 0220	2	19,0	1,76	1,0	20,9	1,94	180	12 x 9	2,0**	15,2	3,3	4,4		
BT5b 2504	25	2,9	0,27	10,0	5,0	0,46	180	8 x 4****	6,0**	19,2	4,5	5,3		
BT5b 1008	10	6,8	0,63	5,0	8,3	0,76	180	8 x 5	6,0**	19,2	4,5	5,3		
BT5b 0713	7	11,0	1,02	3,5	13,1	1,21	180	8 x 5	4,0	19,2	4,5	5,3		
BT5b 0420	4	17,1	1,58	2,0	19,1	1,77	180	12 x 9	3,0**	19,2	4,7	5,8		

Fuente: (ProMinent, 2016)

La bomba dosificadora (figura 77-3) viene con un conjunto de elementos como la válvula de pie que se sumerge en el químico, tubería flexible de ingreso que va desde el tanque de químico a la bomba, la válvula principal, y la válvula check de inyección que va en la línea de descarga de la bomba multietapa.

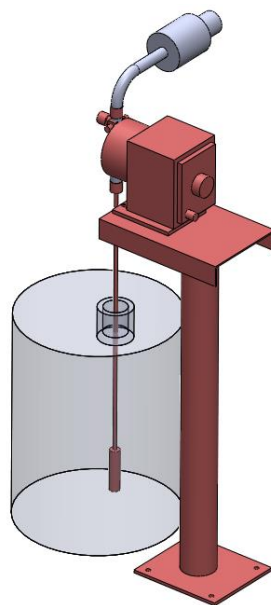


Figura 77-3. Bomba dosificadora para fase de enjuague

Realizado por: Díaz W. 2021

3.10 Análisis de costos

En el análisis de costos se muestran estimaciones de los costos directos e indirectos de cada una de las fases de la máquina lavadora de ganchos que globalmente constituyen el costo total de la máquina.

3.10.1 Análisis de costos de fase de prelavado

3.10.1.1 Costos directos de fase de prelavado

La tabla 59-3 indica los costos de los componentes mecánicos de la fase de prelavado.

Tabla 59-3: Costo de materiales mecánicos de la fase de prelavado

Ítem	Descripción	Material	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor total
Panel de prelavado						
1	Línea 3/4" Ced. 40	Inox 304	2,60	m	7,09	18,44
2	Línea 1 1/4" Ced. 40	Inox 304	1,40	m	13,70	19,18
3	Shiglor 1/4"	Inox 304	15,00		11,84	177,60
4	Codo 3/4" Ced. 40	Inox 304	6,00		2,66	15,96
5	Reducción 1 1/4-3/4 Ced. 40	Inox 304	6,00		6,00	36,00
6	"T" 1 1/4 Ced. 40	Inox 304	1,00		5,74	5,74
7	Cruz 1 1/4" Ced. 40	Inox 304	2,00		18,89	37,78
8	Platina sujeta panel 40 mm * L=650mm	Inox 304	2,80	m	4,77	13,34
9	Codo 1 1/4 Ced. 40	Inox 304	1,00		4,85	4,85
10	Brida 3/4" Clase 150	Inox 304	12,00		6,13	73,56
11	Brida 1 1/4" Clase 150	Inox 304	2,00		10,83	21,66
12	Perno 1/2 X 2" Completo	Inox 304	24,00		2,00	48,00
13	Perno 1/2 X 2 1/2" Completo	Inox 304	4,00		2,50	10,00

Red hidráulica de prelavado						
14	Línea ingreso agua de 1" Ced. 40	Inox 304	6,00	m	10,29	61,72
15	Electroválvula ingreso agua de 1"	Inox 304	2,00		350,00	700,00
16	Línea de ingreso de vapor de 1" Ced. 40	Inox 304	6,00	m	10,29	61,74
17	Inyector de vapor IN25	Inox 304	1,00		550,00	550,00
18	Brida Clase 150 de 1"	Inox 304	4,00		7,58	30,32
19	Perno Completo 1/2 X 2"	Inox 304	8,00		2,00	16,00
20	Bomba de 5HP 220/440V 3F 60Hz Multietapa 5SV-11	Inox 304	1,00		2685,06	1943,81
21	Descarga bomba a panel de lavado Tubo 1 1/4" Ced. 40	Inox 304	0,60	m	13,70	8,22
22	"T" de 1 1/4" Ced. 40	Inox 304	1,00		5,74	5,74
23	Reducción 2"-1 1/4"	Inox 304	1,00		7,00	7,00
24	Codo 2"	Inox 304	5,00		5,00	25,00
25	Tanque de químico	Original	1,00		50,00	50,00
26	Tubería de succión y descarga de bomba 2"	Inox 304	2,20	m	21,47	47,22
27	Brida Clase 150 de 2"	Inox 304	8,00		14,00	112,00
28	Perno Completo 1/2 X 2"	Inox 304	32,00		2,00	64,00
29	Manómetro dial 65 mm de 0 A 160 psi	Inox 304	1,00		15,00	15,00
Dosificación de químico						
30	Bomba dosificadora ALPc 1004	Original	1,00		570,00	570,00
31	Soporte bomba dosificadora	Original	1,00		80,00	80,00
32	Válvula check inyectora	Original	1,00		10,00	10,00
33	Válvula de pie	Original	1,00		10,00	10,00
34	Filtro de línea DN 2"	Inox 304	1,00		250,00	250,00
Extracción de vahos						
35	Extractor de vahos	Inox 304	1,00		491,25	491,25
36	Lámina chimenea e=1mm	Inox 304	0,70	m2	31,25	21,88

37	Lámina ducto de salida e=1mm	Inox 304	1,70	m2	31,25	53,13
38	Bridas cuadradas y redondas e=3mm	Inox 304	0,30	m2	106,25	31,88
Filtro autolimpiante-Trampa de grasa						
39	Filtro de tambor e=2 mm perforaciones de 1 mm	Inox 304	0,30	m2	357,64	107,29
40	Eje de filtro de tambor	Inox 304	1,00		20,00	20,00
41	Rascador	Nylon	1,00		40,00	40,00
42	Motorreductor Rossi 1/4 HP 6 rpm	Original	1,00		650,00	650,00
43	Codo 1 1/4 Ced. 40	Inox 304	2,00		4,85	9,70
44	Bocín para giro de filtro	Inox 304	1,00		10,00	10,00
45	Desagüe línea 1 1/4 Ced. 40	Inox 304	0,50	m	13,70	6,85
46	Tanque filtro y trampa de grasa Lámina e=2,0 mm	Inox 304	1,70	m2	71,53	121,60
47	Porta Sellos	Original	1,00		20,00	20,00
Tanque bastidor 90 gl						
48	Lámina e=3 mm	Inox 304	5,00	m2	107,64	538,19
49	Lámina e=5mm patas	Inox 304	0,32	m2	168,40	53,89
50	Perno Completo 3/8X1/2"	Inox 304	19,00		1,50	28,50
Carcasa superior de prelavado						
51	Lámina e=2 mm	Inox 304	2,75	m2	71,53	196,70
52	Lámina soporte chimenea e=5mm	Inox 304	0,10	m2	168,40	16,84
53	Perno Completo 3/8X1/2"	Inox 304	15,00		1,50	22,50
54	Sensor nivel de agua	Original	1,00		120,00	120,00
55	Sonda temperatura PT100 150mm	Original	1,00		198,34	198,34
56	Válvula globo 3 Cuerpos Medio Giro 2 1/2"	Inox 304	1,00		60,80	60,80
57	Desagüe Tubo 1/4" Ced. 40	Inox 304	8,00	m	13,70	109,60
SUBTOTAL FASE PRELAVADO 1						8028,81

Realizado por: Díaz W. 2021

La tabla 60-3 indica los costos de equipos y herramientas para la fase de prelavado

Tabla 60-3: Costos de equipos y herramientas para la fase de prelavado

Ítem	Descripción	Valor Unitario	Valor total
1	Suelda, gas, ácido, guaipes, discos, aceites	401,44	401,44
2	Uso de máquinas, herramientas, dobladoras	120,43	120,43
SUBTOTAL FASE PRELAVADO 2			521,87

Realizado por: Díaz W. 2021

La tabla 61-3 presenta los costos de mano de obra requeridos para la construcción de la máquina.

Tabla 61-3: Costos de mano de obra para la fase de prelavado

Ítem	Descripción	Valor Unitario	Valor total
1	Mano obra fabricación	960,00	960,00
2	Mano obra montaje	360,00	360,00
3	Supervisión	660,00	660,00
SUBTOTAL FASE PRELAVADO 3			1980,00

Realizado por: Díaz W. 2021

La tabla 62-3 indica los costos de transporte que son necesarios para movilizar los materiales, herramientas y equipos de la fase de prelavado.

Tabla 62-3: Costos de transporte de fase de prelavado

Ítem	Descripción	Valor Unitario	Valor total
1	Transporte	170,54	170,54
SUBTOTAL FASE PRELAVADO 4			170,54

Realizado por: Díaz W. 2021

El costo directo total de la fase de prelavado se presenta en la tabla 63-3.

Tabla 63-3: Costo directo total de la fase de prelavado

DESCRIPCIÓN	Costo
Subtotal fase de prelavado 1	8028,81
Subtotal fase de prelavado 2	521,87
Subtotal fase de prelavado 3	1980,00
Subtotal fase de prelavado 4	170,54
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS FASE PRELAVADO	10701,23

Realizado por: Díaz W. 2021

3.10.1.2 Costos Indirectos de fase de prelavado

La tabla 64-3 presenta los costos indirectos que intervienen en la fase de prelavado.

Tabla 64-3: Costos indirectos de la fase de prelavado

Ítem	Descripción	Valor Unitario	Valor total
1	IMPREVISTOS	240,86	240,86
2	UTILIDAD	0,00	0,00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS FASE PRELAVADO			240,86

Realizado por: Díaz W. 2021

3.10.1.3 Costo total de la fase prelavado

El costo total se obtiene de la suma del costo directo total y el costo indirecto total de la fase de prelavado. En la tabla 65-3 se indican los costos directos e indirectos de la fase de prelavado.

Tabla 65-3: Costo total de la fase de prelavado

Detalle	Valor (USD)
Costos directos fase de prelavado	10701,23
Costos indirectos fase de prelavado	240,86
TOTAL COSTO FASE DE PRELAVADO	10942,09

Realizado por: Díaz W. 2021

El costo total de la fase de prelavado es de 10942,09 dólares americanos.

3.10.2 Análisis de costos de fase de cepillado

3.10.2.1 Costos directos de fase de cepillado

Los costos de los materiales mecánicos que se utilizan en la fase de cepillado se indican en la tabla 66-3.

Tabla 66-3: Costo de materiales mecánicos de la fase de cepillado

Ítem	Descripción	Material	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor total
1	Lámina e=3mm	Inox 304	3,60	m2	107,64	387,50
2	Eje de cepillos d=28 mm	Inox 304	3,20	m	19,85	63,52
3	Eje de sujeción d=32 mm	Inox 304	2,80	m	30,24	84,67
4	Cepillos	Nylon	2,00		125,00	250,00
5	Chumaceras SKF	Inox 304	4,00		13,00	52,00
6	Motorreductor Rossi 1 HP 120 rpm	Original	2,00		1250,00	2500,00
7	Perno Completo 1/2 X 5"	Inox 304	24,00		5,00	120,00
8	Perno Completo 1/2 X 1"	Inox 304	16,00		2,00	32,00
9	Perno Completo 9/16 X 1 1/2"	Inox 304	8,00		2,50	20,00

10	Prisionero 3/8"	Inox 304	12,00		1,00	12,00
11	Placa e=5mm	Inox 304	1,25	m2	168,40	210,50
12	Eje para bocín d=50MM	Inox 304	1,20	m	76,55	91,86
13	Pernos mariposa	Inox 304	12,00		3,00	36,00
14	Tuercas mariposa	Inox 304	4,00		3,00	12,00
15	Tubo 2" Ced. 40	Inox 304	1,00	m	21,47	21,47
SUBTOTAL FASE DE CEPILLADO 1						3893,52

Realizado por: Díaz W. 2021

La tabla 67-3 presenta los costos de equipos y herramientas que se utilizan en la fase de cepillado.

Tabla 67-3: Costos de equipos y herramientas de la fase de cepillado

Ítem	Descripción	Valor total
1	Suelda, gas, ácido, guaipes, discos, aceites	194,68
2	Uso de máquinas, herramientas, dobladoras	58,40
SUBTOTAL FASE DE CEPILLADO 2		253,08

Realizado por: Díaz W. 2021

Los costos de mano de obra de la fase de cepillado se muestran tabla 68-3.

Tabla 68-3: Costos de mano de obra para la fase de cepillado

Ítem	Descripción	Valor total
1	Mano obra fabricación	840,00
2	Mano obra montaje	360,00
3	Supervisión	600,00
SUBTOTAL FASE DE CEPILLADO 3		1800,00

Realizado por: Díaz W. 2021

El costo de transportación de materiales, equipos y herramientas se presenta en la tabla 69-3.

Tabla 69-3: Costos de transporte de la fase de cepillado

Ítem	Descripción	Valor total
1	Transporte	75,06
SUBTOTAL FASE DE CEPILLADO 4		0,00

Realizado por: Díaz W. 2021

La tabla 70-3 indica el costo directo total de la fase de cepillado.

Tabla 70-3: Costo directo total de la fase de cepillado

Descripción	Costo
Subtotal fase de cepillado 1	3893,52
Subtotal fase de cepillado 2	253,08
Subtotal fase de cepillado 3	1800,00
Subtotal fase de cepillado 4	75,06
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS FASE DE CEPILLADO	6021,06

Realizado por: Díaz W. 2021

3.10.2.2 Costos Indirectos de fase de cepillado

La tabla 71-3 presenta los costos indirectos de la fase de cepillado.

Tabla 71-3: Costos indirectos de la fase de cepillado

Ítem	Descripción	Valor Unitario	Valor total
1	Imprevistos	116,81	116,81
2	Utilidad	0,00	0,00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS FASE DE CEPILLADO			116,81

Realizado por: Díaz W. 2021

3.10.2.3 Costo total de fase de la fase cepillado

El costo total de la fase de cepillado se indica en la tabla 72-3.

Tabla 72-3: Costo total de la fase de cepillado

Detalle	Valor (USD)
Costos directos fase de cepillado	6021,06
Costos indirectos fase de cepillado	116,81
TOTAL COSTO FASE DE CEPILLADO	6137,87

Realizado por: Díaz W. 2021

El costo total de la fase de cepillado es de 6137,87 dólares americanos.

3.10.3 Análisis de costos de fase de enjuague

3.10.3.1 Costos directos de la fase de enjuague

La tabla 73-3 presenta los costos de los materiales mecánicos que se utilizan en la fase de enjuague.

Tabla 73-3: Costos de materiales mecánicos de la fase de enjuague

Ítem	Descripción	Material	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor total
Panel de enjuague						
1	Línea 3/4" Ced. 40	Inox 304	1,80	m	7,09	12,77
2	Línea 1 1/4" Ced. 40	Inox 304	0,75	m	13,70	10,28
3	Shiglor 1/4"	Inox 304	10,00		11,84	118,40
4	Codo 3/4" Ced. 40	Inox 304	4,00		2,66	10,64

5	Reducción 1 1/4-3/4 Ced. 40	Inox 304	4,00		6,00	24,00
6	"T" 1 1/4 Ced. 40	Inox 304	1,00		5,74	5,74
7	Cruz 1 1/4" Ced. 40	Inox 304	1,00		18,89	18,89
8	Platina sujeción panel 40 mm L=650mm	Inox 304	2,00	m	4,77	9,53
9	Codo 1 1/4 Ced. 40	Inox 304	1,00		4,85	4,85
10	Brida 3/4" Clase 150	Inox 304	8,00		6,13	49,04
11	Brida 1 1/4" Clase 150	Inox 304	2,00		10,83	21,66
12	Perno 1/2 X 2" Completo	Inox 304	16,00		2,00	32,00
13	Perno 1/2 X 2 1/2" Completo	Inox 304	4,00		2,50	10,00
Red hidráulica de enjuague						
14	Línea de ingreso de agua 1" Ced. 40	Inox 304	6,00	m	10,29	61,72
15	Electroválvula de ingreso de agua 1"	Inox 304	1,00		350,00	350,00
16	Brida Clase 150 de 1"	Inox 304	2,00		7,58	15,16
17	Perno Completo 1/2 X 2"	Inox 304	4,00		2,00	8,00
18	Bomba de 5HP 220/440V 3F 60Hz Multietapa 5SV-12	Inox 304	1,00		1943,81	2685,06
19	Tubería de descarga y succión 1 1/4" Ced. 40	Inox 304	2,80	m	13,70	38,36
20	"T" de 1 1/4" Ced. 40	Inox 304	1,00		5,74	5,74
21	Codo 1 1/4" Ced. 40	Inox 304	5,00		4,85	24,25
22	Tanque de químico	Original	1,00		50,00	50,00
23	Brida Clase 150 de 2"	Inox 304	4,00		14,00	56,00
24	Perno Completo 1/2 X 2"	Inox 304	16,00		2,00	32,00
25	Manómetro dial 65 mm de 0 A 160 psi	Inox 304	1,00		15,00	15,00
Dosificación de químico						
26	Bomba dosificadora BT5b 1008	Original	1,00		570,00	570,00
27	Soporte bomba dosificadora	Original	1,00		80,00	80,00
28	Válvula check inyectora	Original	1,00		10,00	10,00
29	Válvula de pie	Original	1,00		10,00	10,00
Tanque bastidor 50 gl						
30	Lámina e=3 mm	Inox 304	3,50	m2	107,64	376,74
31	Lámina e=5mm patas	Inox 304	0,32	m2	168,40	53,89
32	Perno completo 3/8X1/2"	Inox 304	19,00		1,50	28,50
Carcasa superior de enjuague						
33	Lámina e=2 mm	Inox 304	2,00	m2	71,53	143,06
34	Perno Completo 3/8X1/2"	Inox 304	16,00		1,50	24,00
35	Sensor nivel agua	Original	1,00		120,00	120,00
36	Válvula globo 3 Cuerpos Medio Giro 2 1/2"	Inox 304	1,00		60,80	60,80

SUBTOTAL FASE DE ENJUAGUE 1	5146,06
-----------------------------	---------

Realizado por: Díaz W. 2021

La tabla 74-3 se detalla los costos de equipos y herramientas para la fase de enjuague.

Tabla 74-3: Costos de equipos y herramientas utilizados en la fase de enjuague

Ítem	Descripción	Valor Unitario	Valor total
1	Suelda, gas, ácido, guaipes, discos, aceites	185,87	257,30
2	Uso de máquinas, herramientas, dobladoras	55,76	77,19
SUBTOTAL FASE DE ENJUAGUE 2			334,49

Realizado por: Díaz W. 2021

La tabla 75-3 se presenta los costos de mano de obra para la fase de prelavado.

Tabla 75-3: Costos de mano de obra para la fase de prelavado

Ítem	Descripción	Valor Unitario	Valor total
1	Mano obra fabricación	720,00	720,00
2	Mano obra montaje	300,00	300,00
3	Supervisión	480,00	480,00
SUBTOTAL FASE DE ENJUAGUE 3			1500,00

Realizado por: Díaz W. 2021

El costo de transporte de materiales y herramientas de la fase de cepillado se indica en la tabla 76-3.

Tabla 76-3: Costos de transporte de fase de enjuague

Ítem	Descripción	Valor total
1	Transporte	90,74
SUBTOTAL FASE DE ENJUAGUE 4		90,74

Realizado por: Díaz W. 2021

La tabla 77-3 presenta el costo directo total de la fase de enjuague.

Tabla 77-3: Costo directo total de la fase de enjuague

Descripción	COSTO (USD)
Subtotal fase de enjuague 1	5146,06
Subtotal fase de enjuague 2	334,49

Subtotal fase de enjuague 3	1500,00
Subtotal fase de enjuague 4	90,74
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS FASE DE ENJUAGUE	7071,29

Realizado por: Díaz W. 2021

3.10.3.2 Costos indirectos de la fase de enjuague

Los costos indirectos de la fase de enjuague se muestran en la tabla 78-3.

Tabla 78-3: Costos indirectos de la fase de enjuague

Ítem	Descripción	Valor Unitario	Valor total
1	Imprevisos	154,38	154,38
2	Utilidad	0,00	0,00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS FASE DE ENJUAGUE			154,38

Realizado por: Díaz W. 2021

3.10.3.3 Costo total de la fase de enjuague

El costo total de la fase de enjuague de acuerdo a la tabla 79-3 tiene un valor de 7225,68 dólares americanos de acuerdo a la tabla 63-3.

Tabla 79-3: Costo total de la fase de enjuague

Detalle	Valor (USD)
Costos directos fase de enjuague	7071,29
Costos indirectos fase de enjuague	154,38
TOTAL COSTO FASE DE ENJUAGUE	7225,68

Realizado por: Díaz W. 2021

3.10.4 Análisis de costo total de máquina lavadora de ganchos

La tabla 80-3 resume los resultados de costos totales de cada una de las fases de la máquina lavadora de ganchos. Además, se cuantifica el valor total que costaría implementar la máquina lavadora de ganchos en 24305,64 dólares americanos.

Tabla 80-3: Costo total de máquina lavadora de ganchos

DETALLE	VALOR(USD)
TOTAL COSTO FASE DE PRELAVADO	10942,09
TOTA COSTO FASE DE CEPILLADO	6137,87
TOTAL COSTO FASE DE ENJUAGUE	7225,68
TOTAL	24305,64

Realizado por: Díaz W. 2021

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1 Lavadora de ganchos

La lavadora propuesta como solución a la problemática de limpieza de los ganchos que transportan a las aves desde el área de empaque hasta el área de eviscerado es una máquina que se proyectó siguiendo normativas nacionales (INEN) e internacionales (ISO y EHEDG).

La lavadora de ganchos es un conjunto de equipos y elementos mecánicos diseñados a medida según el requerimiento y exigencias del cliente, teniendo en cuenta conceptos de diseño higiénico, sanitario, ergonómico y seguro.

En el diseño del presente sistema de equipos se tomó en cuenta la geometría de los ganchos a lavar, el resultado final exigido y la ubicación de las máquinas. El equipo se desmonta fácilmente para permitir un mantenimiento rápido y seguro. El espacio que la lavadora de ganchos ocupa tiene una dimensión de 4X4,8X2,5 m.

El bastidor de la máquina, las piezas de mecanización y los montajes se realizaron con acero inoxidable calidad AISI 304. Los elementos seleccionados son garantizados por ser fabricantes de marcas certificadas.

La lavadora dispone de tres fases que se muestran en la figura 1-4: prelavado(morado), cepillado(amarillo) y enjuague(naranja).

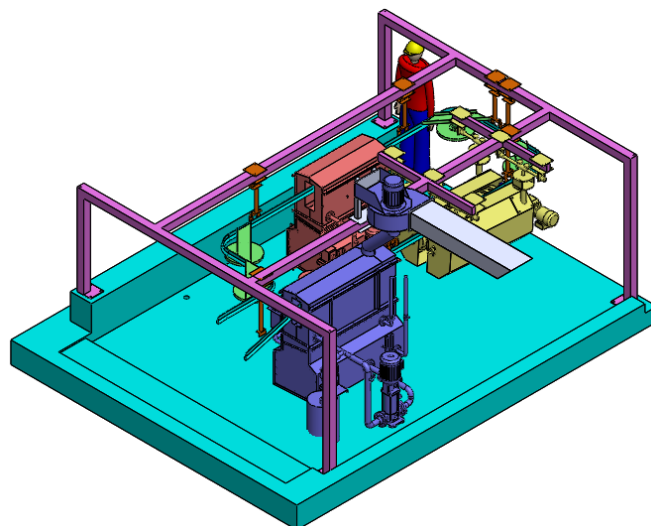


Figura 1-4. Lavadora de ganchos

Realizado por: Díaz W. 2021

El residuo que genera este tipo de máquina, es agua mezclada con detergentes y desinfectantes que debe ser conducida a desagües para su posterior tratamiento.

4.2 Fases de la lavadora de ganchos

El gancho a limpiar se desplaza por tres diferentes fases. El gancho empieza el proceso ingresando a la fase de prelavado, luego pasa a la fase de cepillado y finalmente el proceso termina con la fase de enjuague.

4.2.1 Fase de prelavado

El prelavado de la lavadora propuesta se realiza con bomba de presión y utiliza agua recirculada y acumulada en su correspondiente depósito.

La bomba que suministra agua es de la marca Goulds Pumps, esta bomba se encarga enviar agua desde un tanque hasta 15 shiglores ubicados en el panel de prelavado. El panel de prelavado y su red hidráulica se construyen en acero inoxidable AISI 304. El diámetro de la tubería de succión y descarga es de 2 pulgadas. El panel de prelavado tiene un diámetro de 1 ¼ pulgada y los shiglores tipo H-U tienen un diámetro de 1/4 pulgada.

Los 15 shiglores funcionan a una presión de 8 bar y a un caudal de 8.08 l/min cada uno, se satisface la demanda de presión y caudal a través de la tubería gracias con una bomba multietapa 5SV -11 que requiere un motor de 5hp que gire a 3500 rpm y a una frecuencia de 60 Hz.

Para la desinfección del agua se utiliza un equipo dosificador de químicos de la marca Prominent, el cual funciona a un caudal de 4,1 l/h y a una presión de 910 bar. El químico que utiliza este equipo es un detergente diluido en agua.

La recirculación de agua es un proceso de reutilización de agua, proveniente de los shiglores que una vez rociada se desplaza a un tanque pequeño por medio de una bandeja colectora inclinada a un ángulo de 3°. En el tanque mencionado se encuentra un tambor con perforaciones de 1 mm por los cuales el agua es filtrada a una trampa de grasa. El tambor rota a una velocidad de 6 rpm con una potencia de ¼ hp que permite la formación de sólidos en su periferia. Los sólidos se denominan torta y son retiradas del tambor mediante un rascador construido en nylon. El rascador desplaza los sólidos presentes en el agua hacia un compartimento donde se almacenan. El agua que se filtra por el tambor pasa a un proceso de trampeo de grasas por medio de 4 compartimentos que por densidad separan el agua de grasas. Finalmente, el agua regresa al tanque de almacenamiento donde se reutiliza en la fase prelavado.

En la fase de prelavado se generan malos olores provenientes de residuos sólidos y líquidos que se generan durante la fase por lo que es necesario extraerlos. El extractor de olores o vahos es de la marca SODECA y se ubica en la parte superior de la carcasa de la fase de prelavado. El ducto

de extracción tiene 200 mm de diámetro mientras que el ducto cuadrado de descarga tiene una longitud de 156 mm. El extractor SODECA funciona 0,156 kW y su turbina a acción gira por medio de un motor eléctrico a 1441 rpm.

El tanque de suministro de agua tiene una capacidad de 90 galones. Este tanque sirve como base para la carcasa del panel de prelavado. El material de estos componentes es acero inoxidable AISI 304.

4.2.2 Fase de cepillado

El cepillado utiliza la fricción entre las cerdas plásticas de dos cepillos y el gancho. Se realizó un diseño con dos cepillos cilíndricos semi-horizontales que giran en sentidos contrarios y que se activan mediante motorreductores de 1hp de potencia a 120 revoluciones por minuto.

Los cepillos cilindros tienen una longitud de 1,2 m y los materiales que lo constituyen son cerdas PET incrustadas a una base de nylon. El eje que soporta al cepillo y permite su rotación tiene un diámetro de 28 mm. Las chumaceras que soportan al eje son SKF y están fabricadas en acero inoxidable. Los cepillos se protegen por una carcasa de acero inoxidable AISI 304 la cual se soporta a una estructura metálica por medio de bridas que se sostienen a un eje de regulación.

El eje de regulación permite el acercamiento o el alejamiento entre los cepillos de manera horizontal es decir que pueden aumentar o disminuir la cercanía entre los cepillos. También se puede regular la altura de la carcasa mediante un tornillo y una mariposa acoplados al eje de regulación horizontal.

La fase de cepillado se sostiene a una estructura metálica compuerta de tramos de perfil 100x3 mm de acero estructural galvanizado. Este acero se suelda y posteriormente se galvaniza en frío para asegurar la higiene en la estructura metálica.

La finalidad de la fase de cepillado es remover residuos que no se pudiesen retirar en la fase de prelavado.

4.2.3 Fase de enjuague

El enjuague se realiza con agua limpia de la red de la planta de procesamiento. El agua se suministra por una red hidráulica desde un tanque hacia un panel de enjuague. La bomba seleccionada es de la marca Goulds Pumps, es multietapa de la serie 5SV-12 que requiere un motor eléctrico de 5 hp que gire a 3500 rpm. Se bombea agua a un caudal y presión de 90,46 l/min y 10,76 bar respectivamente para abastecer a 10 shiglores de abanico planto tipo H-U calibre 10. La tubería de succión y descarga de la bomba tienen un diámetro de 1 ¼ pulgadas. El panel de prelavado tiene tubería de ¾ pulgada. Los shiglores tienen un diámetro de ¼ pulgada.

La dosificación de químico se realiza mediante un equipo que funciona a 6,8 l/h y 10 bar. El líquido desinfectante que utiliza este equipo es amonio cuaternario diluido en agua.

El tanque de suministro de agua tiene una capacidad de 50 galones. Este tanque sirve como base para la carcasa del panel de enjuague.

Todos los elementos que conforman la fase de enjuague están contruidos en acero inoxidable AISI 304.

4.3 Discusión de resultados

Para la validación del diseño de la máquina lavadora de ganchos propuesta se utilizó el software PipeFlow Expert y el complemento Simulation de SolidWorks.

La red hidráulica y el panel de la fase de prelavado fueron simulados con el software PipeFlow Expert. En este software se calculó que el caudal es de 120 l/min y la presión es de 9,14 bar para satisfacer los requerimientos de los shiglores. Mientras que los valores calculados mediante fórmulas fueron de 121,2 l/min para el caudal y de 9,14 bar para la presión. Al comparar los valores calculados por el software y las fórmulas se obtuvo un error porcentual de 2,85% le cual es menor al 10% permitido, lo que valida los datos de presión y caudal utilizados para el dimensionamiento de la bomba de la fase de prelavado.

El diámetro del eje del tambor del filtro autolimpiante se verifico con una simulación en Simulation, donde se encontró que el factor de seguridad es de 1,92. El valor calculado por el software se aproxima a 2 que fue utilizado para el diseño del eje que tiene un diámetro de 30 mm por lo tanto se valida el dimensionamiento del eje.

El diámetro de 28 mm del eje de cepillos se calculó con un factor de seguridad de 2,5. Para verificar este cálculo se ejecutó una simulación en el software SolidWorks donde se evidencio un factor de seguridad de 2,47 para el eje. Los valores de factor de seguridad mediante el cálculo y simulación son aproximadamente iguales por lo tanto se valida el dimensionamiento del eje de los cepillos.

El eje de regulación de posición horizontal de los cepillos se calculó con un factor de seguridad de 7 debido a que presenta 3 agujeros donde se incrustan prisioneros lo cual reduce la resistencia del eje. El diámetro del eje de regulación de posición horizontal tiene un diámetro de 30 mm. El diámetro calculado se verifica con la simulación del eje con SolidWorks. El programa indico que el factor de seguridad es de 7,48. El factor de seguridad calculado presenta un error del 6,86% en comparación al valor correspondiente a la simulación, debido a que el error es menor al 10% permitido se valida el diámetro del eje.

La estructura metálica de la que se sostiene a la fase de cepillado se simulo mediante SolidWorks, el cual cuantifico en 4,70 el factor de seguridad para la carga de 300 Kgf que soporta.

La presión y el caudal de la fase de enjuague se calcularon mediante fórmulas en 10,76 bar y 90,40 l/min. Para validar los parámetros de presión y caudal se utilizó el software SolidWorks. El programa indica que la presión es de 9,97 bar y el caudal es de 90 lpm para alimentar los shiglores de la fase. El error porcentual es de 7,33% al comparar los parámetros calculados y los parámetros de SolidWorks, como el error es menor al 10% por lo que se validó los valores de caudal y presión utilizados para el dimensionamiento de la bomba.

CONCLUSIONES

- La revisión del estado del arte del proyecto reveló que organismos como la organización Internacional de Normalización (ISO por sus siglas del inglés), *European Hygienic Engineering and Design Group* (EHEDG) y *3-A Sanitary Standards, Inc*, disponen las directivas internacionales para el diseño higiénico de instalaciones y equipos en la industria alimentaria; en nuestro país el Instituto Ecuatoriano de Normalización ha adoptado las normas ISO referentes al diseño higiénico, haciendo con estas una traducción idéntica y en base a estas normas se desarrolló este trabajo de titulación.
- El presente trabajo abarcó únicamente la factibilidad mecánica del proyecto, utilizando un enfoque de diseño sanitario e higiénico para garantizar la limpieza del gancho durante las diferentes etapas del proceso de lavado que son prelavado, limpieza mecánica y enjuague.
- Se realizó un análisis de cada una de las fases involucradas en el proceso del lavado de ganchos lo que permitió tener un panorama claro y concreto del proceso de lavado lo cual ayudó a establecer cada uno de los componentes y equipos necesarios que garantizan la eficiencia y eficacia del proceso.
- Se estableció para la fase de prelavado una pulverización de los ganchos con agua caliente mezclada con detergente a 9,14 bar y 121,20 l/m.
- Para la fase de cepillado mecánico se consideró un proceso mecánico de fricción del gancho entre dos rodillos de cerdas plásticas, para lo cual el gancho se situó en el punto medio entre estos rodillos que giran a 120 rpm con una potencia de 0,75 kW.
- En la fase de enjuague se definió la pulverización de los ganchos con agua mezclada con amonio cuaternario a 10,76 bar y 90,40 l/m.
- Los elementos diseñados y considerados críticos para el funcionamiento correcto de la máquina lavadora de ganchos se simuló mediante SolidWorks para verificar su resistencia mecánica y por lo tanto asegurar la calidad de la máquina.
- Se utilizó el programa PipeFlow Expert para validar los cálculos presión y caudal en las redes hidráulicas de las fases de prelavado y enjuague donde el error porcentual fue de 2,85% y 7,33% respectivamente.
- Para cada una de las fases del lavado de los ganchos se seleccionaron equipos y elementos mecánicos de alta calidad de marcas reconocidas en el mercado nacional.
- Se realizó un análisis de costos de la máquina lavadora de ganchos propuesta tomando en cuenta costos de materiales, costos de máquinas y herramientas, costos de manos de obra, costos de transporte e imprevistos lo que demostró la viabilidad del proyecto.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la aplicación de la norma internacional en su idioma original para la ejecución de proyectos de diseño higiénico porque su traducción al español tiende a generar error en las interpretaciones de palabras como “debe” y “debería”.
- La selección de elementos mecánicos se debe realizar siguiendo las guías que propone el fabricante para obtener resultados satisfactorios en la elección de los elementos.
- Se recomienda realizar un modelado esquemático de las redes hidráulicas en el software PipeFlow Expert para optimizar el tiempo de cálculo del programa y no afectar los resultados de caudal y presión de las fases.
- El diseño de las tuberías de las fases de prelavado y enjuague para la distribución de agua deben realizarse de mayor a menor diámetro. El mayor diámetro empieza en la succión y descarga para lo luego disminuir su tamaño en los ramales del panel de prelavado o enjuague.
- El uso de herramientas como aplicaciones y sitios web en línea de los fabricantes de equipos y elementos mecánicos es recomendable para la optimización de recursos del proyecto que es una de los factores más importantes para entregar una propuesta de diseño mecánico en un tiempo determinado.
- Para trabajos futuros se recomienda utilizar distintas combinaciones de elementos como tipos de cepillos y tipos de shiglores en las fases de la lavadora que proporcionaran otras condiciones de lavado para los ganchos.
- La desinfección con vapor es un método que se recomienda estudiar y analizar para determinar su factibilidad mecánica y económica para el proceso de limpieza/desinfección de ganchos.

GLOSARIO

Higiene: Practicas realizadas por un individuo encaminadas a mantener una vida saludable. (GLOBAL STD , 2018)

Sanidad: Conjunto de servicios y acciones que tiene un país para cuidar y mejorar la salud de sus habitantes. (GLOBAL STD , 2018)

Inocuidad: Capacidad de garantizar que los alimentos no causen daño al consumidor al ser preparados o consumidos de acuerdo a su uso. (ARCSA-DE-067-2015-GGG, 2016)

Casa de la calidad: Es la tabulación de las necesidades del cliente y los requerimientos de diseño para el desarrollo de un producto. (Madu, 2020)

Desinfección: Proceso físico o químico que se emplea para eliminar microorganismos indeseables de superficies limpias en contacto con alimentos sin que el proceso afecte la inocuidad del alimento. (ARCSA-DE-067-2015-GGG, 2016)

Contaminación de alimento: Alteración del alimento por parte de gérmenes patógenos, sustancias químicas o radioactivas, toxinas o parásitos que pueden producir cualquier tipo de peligro. (ARCSA-DE-067-2015-GGG, 2016)

Planta procesadora de alimentos: Todo establecimiento en el que se realizan operaciones fabricación, procesamiento, maquila, etiquetado, envasado o empaclado de alimentos procesados, ya sean esta industria, mediana industria, pequeña industria, microempresa, artesanales u organizaciones de economía popular y solidaria. (ARCSA, 2017)

Limpieza: Proceso de eliminación de restos de alimentos y de materias no deseadas o extrañas. (ARCSA, 2017)

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ PULIDO, Manuel. *Convertidores de frecuencias, controladores de motores y SSR.* Barcelona- España: MARCOMBO, 2000. p. 24

AMERICAN FOSTER & PAPER ASSOCIATION. *Beam Design Formulas with Shear and Moment Diagrams* [blog]. 2020. [Consulta: 28 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.awc.org/pdf/codes-standards/publications/design-aids/AWC-DA6-BeamFormulas-0710.pdf>.

ARCOSA. 2017. Agencia Nacional de Regulación y Control Sanitario [blog]. Julio de 2017. [Consulta: 28 de noviembre de 2020]. Disponible en: https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/07/IE-V.5.1.2-EST-02-01_Condiciones-Higie%CC%81nico-Sanitarias-1.pdf.

ARCOSA-DE-067-2015-GGG. 2016. *Normativa Técnica Sanitaria para alimentos procesados.* 2016.

ARVANITTOYANNIS, Ioannis. *HACCP and ISO 22000 Application to Foods of Animal Origin.* Wiley-Blackwell, 2009. p. 3

BAKER, Christopher (ed.). *Handbook of Food Factory Design.* New York: Springer, 2013. p. 81

BARBUT, Shai. *Poultry Products Processing An Introductory Guide.* Miami- EE.UU: CRC Press, 2002, pp. 11-12.

BARREIRO MENDEZ, José & SANDOVAL BRICEÑO, Aleida. *Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas.* Caracas- Venezuela: Equinoccio, 2006.

BHANDARI, V. *Machine Design Data Book.* New Delhi- India: McGraw Hill Education, 2014.

BUTOWSKI, Andre. *Guidelines on air handling systems in the food industry -air quality control for building ventilation* [en línea]. 2016. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/265355511.pdf>.

COLTON INDUSTRIES. *Catálogo de productos* [blog]. 2019. [Consulta: 30 de noviembre de 2020]. Disponible en: http://products.coltonind.com/Asset/381_STR400-1_150YFS.pdf.

CONAVE. *Estadísticas del sector avícola* [blog]. 2019. [Consulta: 28 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.conave.org/informacion-sector-avicola-publico/>

EHEDG. *Hygienic Design Principles* [blog]. 2018. [Consulta: 28 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.ehedg.org/guidelines/>.

EHEDG. *Curso-Taller Diseño Higiénico Avanzado. Curso-Taller Diseño Higiénico Avanzado* [en línea] 2019. Disponible en: https://ehedg-india.org/fileadmin/user_upload/Programme_MX_07_2019_ES.pdf.

EHEDG. *Guidelines on Air Handling Systems in the Food Industry - Air Quality Control for Building Ventilation.* 2016.

EL TELÉGRAFO. *Consumo de carne de pollo en Ecuador* [blog]. 27 de Octubre de 2017. [Consulta: 28 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/ecuatorianos-consumen-32-kg-de-pollo-al-año>.

FILSON FILTER. *Self-Cleaning Filter The Ultimate Guide* [blog]. 2017. [Consulta: 29 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.filsonfilters.com/self-cleaning-filter>.

FRANKEL, Michael. *Facility Piping Systems Handbook for Industrial, Commercial and Healthcare Facilities.* 3ª ed. McGraw Hill, 2010. pp. 12-14.

GLOBAL STD. *Sanidad e higiene* [blog]. 11 de Octubre de 2018. [Consulta: 30 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.globalstd.com/blog/diferencias-entre-sanidad-e-higiene/>.

GOULDS PUMPS. *Series Stainless Steel Vertical Multi-Stage Pumps* [blog]. 2010. [Consulta: 30 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.lenntech.com/Data-sheets/GOULDS-TECHNICAL-MANUAL-ESV-L.pdf>.

HÁRDEE, Ray. *Piping System Fundamentals*. Engineered Software, 2008. p. 33.

INDUMETAVI. *Lavadora de ganchos* [blog]. 2019. [Consulta: 30 de noviembre de 2020]. Disponible en: <http://www.indumetavi.com.ar/productos/lavadora-de-ganchos/>

ISO 14159:2002. *Safety of machinery - Hygiene requirements for the design of machinery* [en línea]. 2002. [Consulta: 30 de noviembre de 2020]. Disponible en: http://www.puntofocal.gov.ar/notific_otros_miembros/sau433_t.pdf.

LENNTECH. *Y-Strainer* [blog]. 2018. [Consulta: 28 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.lenntech.com/systems/sediment/y/y-strainer.htm>

THE PLUMBING AND DRAINAGE INSTITUTE. *Standard PDI-G 101 Testing and Rating Procedure for Hydro Mechanical Grease Interceptors with Appendix of Installation and Maintenance*. 2017.

LÓPEZ GOMEZ, Antonio & BARBOSA CANOVAS, Gustavo. *Food Plant Design*. Miami-EE.UU: Taylor & Francis, 2005. pp. 315-349.

MADU, Christian. *The House of Quality in a Minute*. 3ª ed. Information Age Publishing Inc. 2020. pp. 33.

MINEBA INTEC. *Hygienic Design*. [blog]. 2016. [Consulta: 29 de noviembre de 2020]. Disponible en: https://www.secoin.com.uy/sites/default/files/WP_Hygienic_Design_es.pdf.

MORENO, Benito. *Higiene e inspección de carnes*. EDICIONES DÍAZ DE SANTOS, 2006. p. 381.

MOTT, Robert. *Mecánica de Fluidos*. 6ª ed. Pearson Prentice Hall, 2006. p. 302

OBANDO, Isabel & MURILLO, Mario. *Pollos de Engorde Técnicas de Procesado*. Editorial de la Universidad de Costa Rica, 1998. p. 27

PARISHER, Roy & RHEA, Roberth. *Pipe Drafting and Design*. 3ª ed. Elsevier, 2012. p. 13.

PIPEFLOW WIZARD. *Calculo de caídas de presión en el prelavado*. 2020.

PROMINENT. *Bombas de dosificación, componentes y sistemas de dosificación* [blog]. 2016. [Consulta: 29 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.prominent.com/resources/Catalogue/Spanish/7167/bombas-sistemas-dosificacion-componentes-catalogo-de-productos-ProMinent-2016-folio-1.pdf>.

RIBA ROMEVA, Carles. *Diseño Concurrente*. Barcelona- España: Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya, 2002. pp. 14-15

ROLDÁN, Vitoria. *Neumática, Hidráulica y Electricidad Aplicada*. 6ª ed. Paraninfo, 2003. p. 64

ROSSI. *Catalogo de productos*. [blog]. 2018. [Consulta: 29 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://roc.rossi.com/Catalogue/GMRDesign.aspx?REQ=YorZz9k0xj3rgDCvbaewB9K7Ha9WIXKJeNGRzdCtSVsaj1XwQzhx89J2wYxj5lcraJK4uIuU3nq7hsMtA4/niQ==>.

SARAVACOS, George & KOSTAROPOULUS, Athanasios. *Handbook of Food Processing Equipment*. Gustavo Barbosa Canovas- Atenas: Springer, 2002. pp. 50-52.

SKF. *Unidades de rodamientos de bolas SKF para líneas de procesamiento de alimentos*. [blog]. 2016. [Consulta: 29 de noviembre de 2020]. Disponible en: https://www.skf.com/binaries/pub42/Images/0901d1968094d2be-Food-line-catalogue---18157_2-ES_tcm_42-470954.pdf.

SODECA. *TCMP Extractores centrífugos 400 °C/2h, con turbina a acción* [blog]. 2021. [Consulta: 01 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://www.sodeca.com/es/productos/tcmp-p126#prod>.

SOLER & PALAU VENTILATION GROUP. *Manual de ventilación* [blog]. [Consulta: 30 de noviembre de 2020]. Disponible en: http://cdn2.hubspot.net/hubfs/2009592/Content/SPA_-_Manual_pr%C3%A1ctico_de_ventilaci%C3%B3n/SPA_Manual_practico_ventilacion.pdf.

SPRAYING SYSTEMS CO. *Flow Rate Calculator*. [blog]. 2020. [Consulta: 29 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.spray.com/resources/sprayware-calculators-and-tools/flow-rate-calculator>.

Spraying Systems Co. 2019. *Flat Spray*. [blog]. 2019 [Consulta: 29 de noviembre de 2020]. Disponible en: https://www.spray.com/-/media/dam/industrial/usa/sales-material/catalog/cat75hyd_us_flat-spray_c.pdf.

TARLETON, Steve & WAKEMAN, Richard. *Solid Liquid Separation Equipment Selection and Process Design*. Elsevier, 2007. p. 54

TEKPRO. *Lavadora de ganchos y cadena* [blog]. 2016. [Consulta: 01 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://tekpro.com.co/portfolio/lavadora-ganchos-cadena/>.



ANEXOS

ANEXO A: EJES DE ACERO INOXIDABLE

EJES ACERO INOXIDABLE

Especificaciones Generales:

Norma: AISI 304

Descripción: Acero Inoxidable austenítico al cromo-níquel con bajo contenido de carbono. Resiste a la corrosión intercrystalina hasta 300 C. Resiste al efecto corrosivo del medio ambiente, vapor, agua y ácidos, así como de soluciones alcalinas, si se emplea con la superficie pulida espejo.

Aplicaciones: Industrias alimenticias, cervecera, azucarera, utensillos domésticos, industria del cuero, farmacéutica, dental, etc...

Largo: 6 mts



COMPOSICIÓN QUÍMICA

%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Ni	%Cr
0 - 0,08	0 - 1	0 - 2	0 - 0,045	0 - 0,03	8 - 10,5	18 - 20

PROPIEDADES MECÁNICAS

RESISTENCIA MECÁNICA (N/mm ²)	PUNTO DE FLUENCIA (N/mm ²)	Elongación % Min.	DUREZA ROCKWELL B
520	220	20	249 - 278

DIMENSIONES

DIÁMETRO

3/16"
1/4"
5/16"
3/8"
1/2"
5/8"
3/4"
1"
1-1/4"
1-1/2"
2"
2-1/2"
3"
3-1/2"
4"
5"
6"

EJES

ANEXO B: PLANCHAS DE ACERO INOXIDABLE

PLANCHAS ACERO INOXIDABLE

Norma: AISI 304

Especificaciones Generales:

ESPEORES	desde 0,40-15mm
DIMENSIONES	1220 x 2440mm (estándar)
	1220 x otros largos (especial)

DESCRIPCIÓN DE ACUERDO A NORMA	JIS	SUS 304
	ASTM	304
	DIN	4301



Descripción: Acero inoxidable aleado al cromo y níquel, muy resistente a la corrosión intergranular y a los ataques químicos del medio ambiente. Posee una buena resistencia a la corrosión del agua, ácidos y soluciones alcalinas si se emplea con superficie pulida a espejo. Se la puede encontrar con acabado ASTM 2B y 1.

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)								
C Max	Si Max	Mn	P Max	S Max	Ni	Cr	Mo	Otros
0,08	1	2	0,04	0,03	8 - 10,5	18 - 20	XX	XX

PROPIEDADES MECÁNICAS						
RESISTENCIA MECÁNICA		PUNTO DE FLUENCIA		Elongación % Min.	PRUEBAS DE DUREZA (MAX)	
Kg/mm ²	Psi	Kg/mm ²	Psi		ROCKWELL B	VICKERS
49	69500	18	25500	40	81,7	160

Norma: AISI 201

Especificaciones Generales:

ESPEORES	desde 0,70-3mm
DIMENSIONES	1220 x 2440mm (estándar)
	1220 x otros largos (especial)

DESCRIPCIÓN DE ACUERDO A NORMA	JIS	SUS 201
	ASTM	201
	DIN	XXX



Es un acero al cromo, manganeso, níquel con excelentes propiedades de tensión. Ofrece buena resistencia a la corrosión y a muchos agentes corrosivos moderados.

ANEXO D: DIMENSIONES Y PESOS DE BOMBAS GOULDS SERIE 5SV 3500 RPM

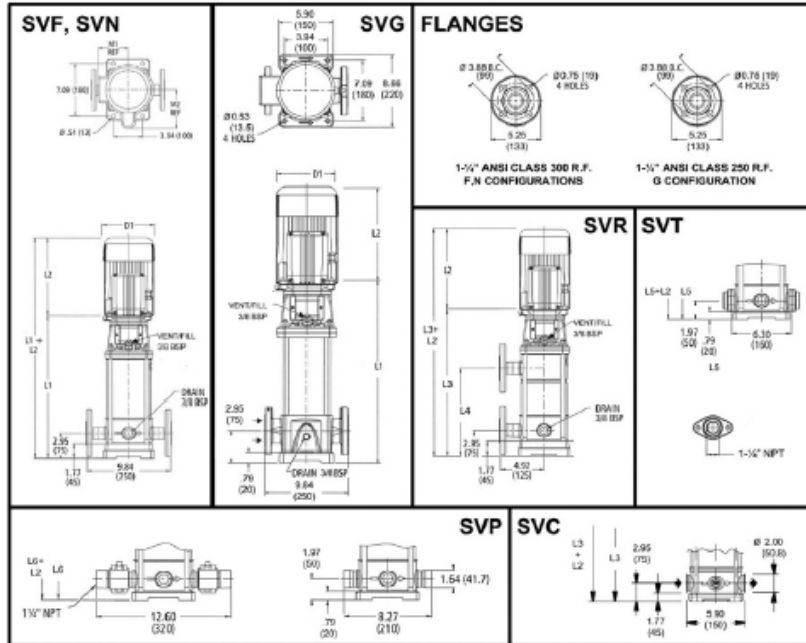
Goulds Pumps

Commercial Water

Dimensions and Weights

5SV Series 3500 RPM

60 Hz



All dimensions are in inches (mm).

5SV SERIES — 60Hz, 3500 RPM ODP/TEFC Enclosures

Pump Type Stages	Motor		Dimensions (in)														Weight (lbs.)											
	HP	NEMA Frame			L2				L3	L4	L5	L6	M (Ref.)	D1 (max.)				D2	Pump Only	Motor				Pump/Motor				
		ODP 1Ø	TEFC 1Ø	ODP 3Ø	TEFC 3Ø	ODP 1Ø	TEFC 1Ø	ODP 3Ø						TEFC 3Ø	ODP 1Ø	TEFC 1Ø	ODP 3Ø			TEFC 3Ø	ODP 1Ø	TEFC 1Ø	ODP 3Ø	TEFC 3Ø	ODP 1Ø	TEFC 1Ø	ODP 3Ø	TEFC 3Ø
SSV02	0.75				13.86	10.79	9.91	9.16	9.29	-	-	12.88	12.88	5.19	6.19	6.19	6.19	6.19	4.13	25	27	29	21	21	52	54	46	46
SSV03	1				13.86	10.66	11.19	9.16	9.29	-	-	12.88	12.88	5.74	6.19	7.19	6.19	6.19	4.13	26	32	40	23	23	58	66	49	49
SSV04					14.85	10.67	11.19	10.66	9.91	-	-	13.86	13.86	5.74	6.19	7.19	6.19	6.19	4.72	28	32	40	30	28	60	68	58	56
SSV05					15.83	10.67	11.19	10.66	9.91	-	-	14.85	14.85	5.74	6.19	7.19	6.19	6.19	4.72	29	32	40	30	28	61	69	59	57
SSV06					16.81	11.18	12.06	11.16	10.79	-	-	15.83	15.83	5.74	7.19	7.19	6.19	6.19	4.72	30	43	51	32	33	73	81	62	63
SSV07					17.80	11.18	12.06	11.16	10.79	17.80	9.53	16.81	16.81	5.74	7.19	7.19	6.19	6.19	4.72	31	43	51	32	33	74	82	63	64
SSV08					18.78	11.57	13.44	11.18	11.16	18.78	10.51	17.80	17.80	5.75	7.19	7.16	7.19	5.51	33	49	64	41	44	82	97	74	77	
SSV09					19.77	11.57	13.44	11.18	11.16	19.77	11.50	18.78	18.78	5.75	7.19	7.16	7.19	5.51	33	49	64	41	44	82	97	74	77	
SSV10					20.75	11.57	13.44	11.18	11.16	20.75	12.48	19.77	19.77	5.75	7.19	7.16	7.19	5.51	34	49	64	41	44	83	98	75	78	
SSV11					22.44	13.93	15.43	12.55	13.93	22.44	13.46	21.45	21.45	6.87	8.88	8.86	9.02	8.86	5.51	37	81	92	62	69	118	129	99	106
SSV12					23.42	13.93	15.43	12.55	13.93	23.42	14.45	22.44	22.44	6.87	8.88	8.86	9.02	8.86	5.51	38	81	92	62	69	119	130	100	107
SSV13					24.40	13.93	15.43	12.55	13.93	24.40	15.43	23.42	23.42	6.87	8.88	8.86	9.02	8.86	5.51	40	81	92	62	69	121	132	102	109
SSV14					25.39	13.93	15.43	12.55	13.93	25.39	16.42	24.40	24.40	6.87	8.88	8.86	9.02	8.86	5.51	40	81	92	62	69	121	132	102	109
SSV15					26.37	13.93	15.43	12.55	13.93	26.37	17.40	-	25.39	6.87	8.88	8.86	9.02	8.86	5.51	41	81	92	62	69	122	133	103	110
SSV16					27.36	13.93	15.43	12.55	13.93	27.36	18.39	-	26.37	6.87	8.88	8.86	9.02	8.86	5.51	43	81	92	62	69	124	135	105	112
SSV17					28.54	13.93	15.43	12.55	13.93	28.54	19.37	-	27.55	6.87	8.88	8.86	9.02	8.86	5.51	45	81	92	62	69	126	137	107	114
SSV18					29.33	13.88	15.53	13.93	15.43	29.33	20.35	-	28.34	8.05	8.89	10.62	8.88	8.86	5.51	46	100	120	75	85	146	166	121	131
SSV19					30.51	13.88	15.53	13.93	15.43	30.51	21.34	-	29.52	8.05	8.89	10.62	8.88	8.86	5.51	47	100	120	75	85	147	167	122	132
SSV20					31.69	13.88	15.53	13.93	15.43	31.69	22.32	-	30.70	8.05	8.89	10.62	8.88	8.86	5.51	48	100	120	75	85	148	168	123	133
SSV21					32.28	13.88	15.53	13.93	15.43	32.28	23.31	-	31.29	8.05	8.89	10.62	8.88	8.86	5.51	49	100	120	75	85	149	169	124	134
SSV22					33.34	13.88	15.53	13.93	15.43	33.34	24.29	-	32.36	8.05	8.89	10.62	8.88	8.86	5.51	50	100	120	75	85	150	170	125	135
SSV23					34.25	13.88	15.53	13.93	15.43	34.25	25.28	-	33.26	8.05	8.89	10.62	8.88	8.86	5.51	51	100	120	75	85	151	171	126	136
SSV24					35.31	13.88	15.53	13.93	15.43	-	-	-	34.33	8.05	8.89	10.62	8.88	8.86	5.51	53	100	120	75	85	152	173	128	138
SSV25					36.21	13.88	15.53	13.93	15.43	-	-	-	35.23	8.05	8.89	10.62	8.88	8.86	5.51	53	100	120	75	85	152	173	128	138
SSV26					37.28	13.88	15.53	13.93	15.43	-	-	-	36.29	8.05	8.89	10.62	8.88	8.86	5.51	54	100	120	75	85	154	174	129	139
SSV27	10	215TC	213TC	215TC	38.84	16.63	16.68	15.55	15.51	-	-	-	37.86	8.77	10.62	10.18	10.18	10.28	5.51	62	132	145	107	122	194	207	169	184

ANEXO E: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE BOMBA TIPO ALPHA

1.1.1

Bomba de dosificación de membrana a motor alpha



La solución económica para aplicaciones sencillas con un bajo rango de capacidad.

Rango de capacidad de 1,0 - 30,6 l/h, 10 - 2 bar

La bomba de dosificación de membrana de motor alpha es una bomba de dosificación para medios líquidos y la solución perfecta para aplicaciones sencillas. Robusta, silenciosa y resistente a las sustancias químicas, ofrece una dosificación precisa y una buena capacidad de cebado.

Ofrecemos una amplia variedad de bombas con combinación de 2 engranajes y 4 tamaños de cabezal dosificador en los materiales PVDF y vidrio acrílico/PVC. De ese modo se puede adaptar la bomba de forma óptima a la tarea de dosificación.

Ventajas clave

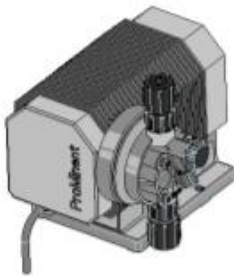
- Dosificación exacta y excelente capacidad de cebado gracias a unas carreras de aspiración y de impulsión suaves y controladas
- Carcasa de plástico robusta a prueba de golpes y de sustancias químicas
- Adecuada para medios de alta viscosidad gracias a las válvulas cargadas por resorte
- Funcionamiento con baja emisión de ruido

Detalles técnicos

- Ajuste de la longitud de la carrera variando la excentricidad en el accionamiento cuando la bomba está parada
- Ajuste de la longitud de la carrera en intervalos del 10 %
- Desplazamiento de la membrana de la posición central
- Carreras de aspiración y de impulsión suaves y controladas

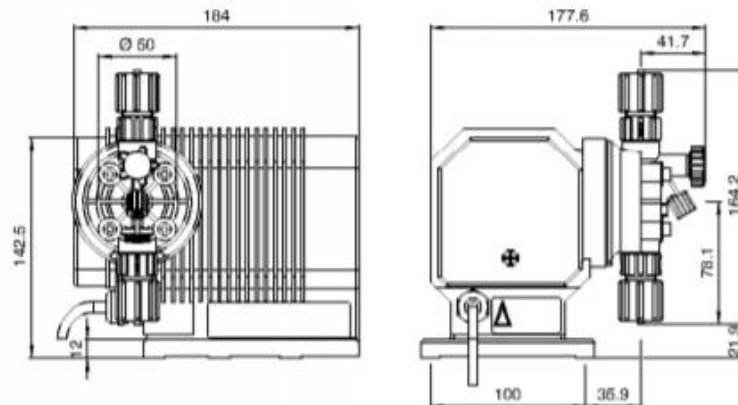
Campo de aplicación

Todas aquellas aplicaciones en las que se utilice un rango de capacidad bajo y en las que sea necesaria una dosificación continua.



P_ALP_0004_SW

Hoja de dimensiones de alpha



P_ALP_0006_SW3

Plano acotado de alpha ALPc, dimensiones en mm

ANEXO F: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE BOMBA TIPO BETA

1.2.1

Bomba de dosificación de membrana magnética Beta®



Equipada con todas las características necesarias para garantizar la calidad durante todo el proceso.

Rango de capacidad de 0,74 - 32 l/h, 25 - 2 bar

Bomba de dosificación magnética universal para dosificar medios líquidos en el tratamiento de aguas y en procesos químicos: la bomba de dosificación de membrana magnética Beta®. Económica, protegida contra sobrecargas y adaptable a los emisores de señal existentes.

Ofrecemos una amplia variedad de bombas y de combinaciones de materiales para cubrir prácticamente todas las tareas de dosificación. Su accionamiento magnético extraordinariamente resistente al desgaste presenta una excelente durabilidad incluso bajo condiciones de carga máxima.

Ventajas clave

- Control externo opcional mediante 0/4 - 20 mA y contactos sin potencial con multiplicación y desmultiplicación de impulsos de 32:1 a 1:32 =NEU-Stoerer=
- Ajuste sencillo de la potencia de dosificación mediante la frecuencia de carrera y la longitud de la carrera
- Adaptación a los emisores de señal existentes mediante control externo a través de contactos sin potencial con multiplicación y desmultiplicación de impulsos
- Se puede utilizar con prácticamente cualquier sustancia química líquida gracias a las combinaciones de materiales disponibles: PP, PVDF, vidrio acrílico, PTFE y acero inoxidable
- Versión de cabezal dosificador autopurgante en vidrio acrílico/PVC y PP
- Accionamiento magnético casi sin desgaste: económico y protegido contra sobrecarga
- Más eficiente gracias a un ahorro de energía de hasta el 50 % fruto de una mayor eficiencia de la bomba
- Control preciso y eficaz: Indicador de 3 LED de funcionamiento, advertencia y error

Detalles técnicos

- Control externo mediante contactos sin potencial con multiplicación y desmultiplicación de impulsos para la adaptación a emisores de señal existentes de 64:1 a 1:64
- Control externo opcional mediante 0/4 - 20 mA y contactos sin potencial con multiplicación y desmultiplicación de impulsos de 32:1 a 1:32
- Ajuste de la frecuencia de carrera a intervalos del 10 %, del 10 al 100 % (corresponde a 18 - 180 carreras/min.)
- Ajuste progresivo de las longitudes de carrera del 0 al 100 % (se recomienda del 30 al 100 %)
- Conexión para interruptor de nivel de 2 posiciones
- Tensión de alimentación multirango de 100 - 230 V, 50/60 Hz
- Módulo de relés opcional incorporable fácil y rápidamente también posteriormente
- Versión de muy baja tensión de 12 a 24 V DC

Campo de aplicación

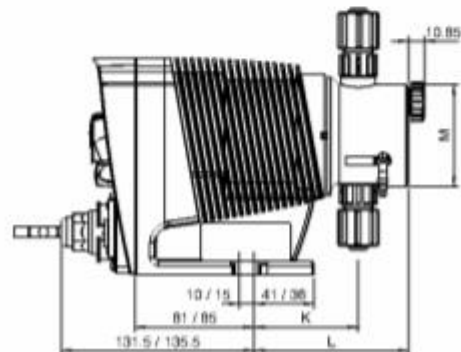
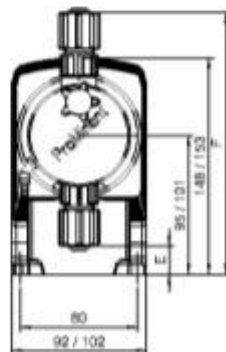
- Dosificación de medios líquidos en el tratamiento de aguas y en procesos químicos

Hoja de dimensiones Beta®

Versión de material PP

Tipo	E	F
1000-1804	19,5	179
0708-0220	7	186,5
1008-0420	14	191,5
0232	1,5	200,5

Tipo	K	L	M
1000-1804	71	105,5	∅ 70
0708-0220	77,5	111	∅ 90
1008-0232	74	107,5	∅ 90
0232	77,5	94,5	∅ 110



P_BE_0060_SW3

Hoja de dimensiones de Beta®.

Versión de material de PP, dimensiones en mm

P_BE_0048_SW1
Beta® b



Nuevo



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS


PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 17 / 03 / 2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: William Javier Díaz Chicaiza
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Mecánica
Carrera: Ingeniería Mecánica
Título a optar: Ingeniero Mecánico
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. CPA. Jhonatan Rodrigo Parreño Uquillas. MBA.

17-03-2021
0667-DBRAI-UPT-2021