

Instituto Tecnológico de Costa Rica



Escuela de Ingeniería Electromecánica



Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L



*Informe de la Práctica Profesional, para optar por el grado de
Licenciado en Ingeniería en Mantenimiento Industrial*

Proyectos Realizados

*Diseño de una máquina lavadora de los moldes
utilizados en la elaboración de quesos*

*Elaboración de un Manual de Mantenimiento
Preventivo para la descremadora 518*

Róger Andrés Espinoza Solís

Ciudad Quesada, San Carlos

Junio, 2004

Dedicatoria

A mis padres: **José Luis Espinoza Durán y Silvia María Solís Rojas**. Por amarme y darme siempre lo mejor, por servir de apoyo en mis derrotas y disfrutar con alegría mis triunfos. A ustedes les dedico este trabajo, porque es fruto de su esfuerzo y dedicación, porque son sus sueños e ilusiones hechos realidad. Gracias infinitas, por hacer de mí una persona independiente y luchadora, que vio en ustedes el mejor ejemplo de vida por seguir. Los amo con todo mi corazón.

Agradecimientos

Primero a Dios, porque siempre ha estado conmigo en las buenas y en las malas: gracias por nunca olvidarte de mí.

A toda la Unidad de Mantenimiento y a la Unidad de Mantenimiento Preventivo de la Cooperativa de Productores de Leche, Dos Pinos R.L. en Ciudad Quesada, San Carlos. En especial al Ing. Cristian Hidalgo Solano, por permitirme realizar la Práctica Profesional en tan prestigiosa empresa.

Al personal de Producción de la Planta de quesos de la Cooperativa. En especial al tecnólogo de alimentos, José Rafael Arce Méndez, por la valiosa colaboración.

A todo el personal de la Cooperativa Dos Pinos en San Carlos, por haberme tratado como un miembro más de esta empresa sin ningún tipo de discriminación.

A mi novia Ana, por haberme dado ese enorme soporte tanto a nivel emocional como profesional.

A mis dos hermanos, José Pablo y María José, a toda mi familia y amigos que siempre han creído en mí.

A todos los proveedores que colaboraron brindándome conocimientos y muchos materiales que resultaron de mucha ayuda.

A mi profesor asesor, Ing. Greivin Barahona Guzmán y al Ing. Mario Conejo Solís por todo el apoyo y asistencia.

A todas las demás personas que me ayudaron y no pude nombrar en esta página, de todo corazón: MUCHAS GRACIAS!!

Índice de Contenidos

DEDICATORIA -----	2
AGRADECIMIENTOS -----	3
ÍNDICE DE CONTENIDOS -----	4
ÍNDICE DE FIGURAS -----	7
ÍNDICE DE TABLAS -----	8
ANEXOS -----	9
NOMENCLATURA UTILIZADA -----	10
CAPÍTULO I. -----	12
ASPECTOS GENERALES DE LA COOPERATIVA DE PRODUCTORES DE LECHE DOS PINOS R.L. ----	12
1.1 HISTORIA DE LA COOPERATIVA DE PRODUCTORES DE LECHE DOS PINOS R.L.-----	13
1.2 OBJETIVOS DE LA COOPERATIVA DOS PINOS: LOS SIETE PRINCIPIOS COOPERATIVISTAS.----	16
1.3 MISIÓN DE LA COOPERATIVA DOS PINOS. -----	16
1.4 VISIÓN DE LA COOPERATIVA DOS PINOS. -----	16
1.5 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA. -----	17
1.5.1 Consejo de Administración. -----	18
1.5.2 Comité de Vigilancia. -----	18
1.5.3 Comité de Educación y Bienestar Social. -----	18
1.5.4 Gerencia General. -----	18
1.5.5 Secretaría de la Gerencia General.-----	18
1.5.6 Dirección Financiera. -----	19
1.5.7 Dirección de Servicios.-----	19
1.5.8 Dirección de Comercialización. -----	19
1.5.9 Dirección de Producción -----	20
1.5.10 Dirección de Exportaciones. -----	20
CAPÍTULO II. -----	22
DISEÑO DE LA MÁQUINA LAVADORA DE MOLDES -----	22
2.1 INTRODUCCIÓN.-----	23
2.2 JUSTIFICACIÓN.-----	26
2.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. -----	28

2.4 OBJETIVOS	30
2.5 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO.	31
2.6 MARCO TEÓRICO.	34
2.6.1 Limpieza: principios generales.	34
2.6.2 Personal a cargo de la limpieza.	34
2.6.3 Precauciones en el proceso de limpieza y desinfección.	35
2.6.4 Métodos de limpieza	35
2.6.5 Los detergentes.....	37
2.7 DESARROLLO DEL DISEÑO.	39
2.7.1 Descripción general de la máquina.	39
2.7.2 Sistema de aplicación de agua a presión.	40
2.7.3 Cálculo de caudales en los anillos de lavado.	46
2.7.4 Diseño y selección del sistema de tuberías.	49
2.7.5 Cálculo del diámetro de la tubería.	50
2.7.6 Cálculo de necesidades y selección de la bomba para cada módulo.	55
2.7.7 Cálculo del sistema calefactor.	70
2.7.8 Cálculo del sistema de transmisión de potencia.	92
2.7.9 Especificaciones del sistema eléctrico.	102
2.7.10 Estudio económico del costo actual del lavado de los moldes.	103
2.8 CONCLUSIONES.	112
2.9 RECOMENDACIONES.	114
CAPÍTULO III.	115
ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	115
3.1 INTRODUCCIÓN.	116
3.2 JUSTIFICACIÓN.	117
3.3 OBJETIVOS.	118
3.3.1 Objetivo general.	118
3.3.2 Objetivos específicos.	118
3.4 MARCO TEÓRICO.	119
3.4.1 El Mantenimiento.	119
3.4.2 El Mantenimiento Preventivo.....	119
3.4.3 Implantación del Mantenimiento Preventivo.	120
3.4.4 Manuales de Mantenimiento.	122
3.4.5 En qué consiste un manual de mantenimiento.	122
3.4.6 Ventajas del Manual de Mantenimiento	123
3.4.7 Desventajas del Manual de Mantenimiento.	123
3.4.8 Mantenimiento prevenido en Dos Pinos San Carlos.	124

3.5 DESARROLLO E IMPLANTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN DOS PINOS R.L----	124
3.5.1 Planeamiento y programación. -----	124
3.5.2 Control de inventarios y solicitud de compra de repuestos industriales. -----	125
3.5.3 Control y ejecución de órdenes de trabajo.-----	126
3.5.4 Control de herramientas. -----	126
3.6 PROCEDIMIENTO UTILIZADO PARA REALIZAR LAS TAREAS O INSPECCIONES.-----	127
3.7 MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.-----	128
3.7.1 Selección de la máquina. -----	128
3.7.2 Estudio técnico de la máquina.-----	128
3.7.3 Ficha técnica de la descremadora 518. -----	129
3.7.4 Codificación de las máquinas.-----	129
3.7.5 División de la máquina en partes y subpartes.-----	131
3.7.6 Árbol de subdivisión de partes y subpartes.-----	133
3.7.7 Elaboración del Manual de Mantenimiento Preventivo.-----	134
3.7.8 Tareas de mantenimiento preventivo para la Descremadora 518.-----	137
3.7.9 Ingreso de los datos del Manual de Mantenimiento Preventivo al Software.-----	159
3.7.10 Manual de Mantenimiento que genera el sistema. -----	159
3.7.11 Órdenes de trabajo que genera el sistema.-----	160
3.7.12 Orden de Trabajo ya archivada e introducida al sistema.-----	160
3.7.13 Repuestos necesarios para realizar el Mantenimiento Preventivo a la Descremadora 518.-----	161
3.7.14 Costo de los repuestos necesarios para realizar el Mantenimiento Preventivo. -----	162
3.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-----	163
PLANOS-----	164
BIBLIOGRAFÍA-----	188
ANEXOS.-----	190

Índice de Figuras

Figura 1.1 Organigrama General de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L.....	17
Figura 2.1 Boquilla con chorro en abanico o plano.....	42
Figura 2.2 Boquilla con chorro de cono hueco.	42
Figura 2.3 Boquilla de chorro de cono lleno	42
Figura 2.4 Boquilla de chorro sólido.	43
Figura 2.5 Características del chorro en las boquillas pulverizadoras.	43
Figura 2.6 Boquilla VeeJeet de chorro plano y tipo H-U que se utilizará en el diseño.	44
Figura 2.7 Dimensiones del chorro que deben conocerse para calcular la cobertura.	44
Figura 2.8 Esquema de montaje para los anillos de lavado de cada módulo de la máquina.....	47
Figura 3.1 Codificación de los repuestos en el catálogo de máquinas.	129
Figura 3.2 Ejemplo de la codificación de los repuestos en el catálogo de máquinas.	130
Figura 3.3 Codificación para las unidades de mantenimiento.	130
Figura 3.4 Ejemplo de codificación para las unidades de mantenimiento.....	130
Figura 3.5 Codificación para las tareas del Programa de Mantenimiento Preventivo.	131
Figura 3.6 Ejemplo de codificación para las tareas del Programa de Mantenimiento Preventivo.	131
Figura 3.7 Codificación utilizada para hacer una referencia al Manual de la máquina.....	134
Figura 3.7 Ejemplo de la codificación utilizada para hacer una referencia al Manual de la máquina.	135

Índice de Tablas

Tabla 2.1 Características de las boquillas para cada uno de los módulos.	46
Tabla 2.2 Caudal en el anillo de cada uno de los módulos de la máquina lavadora de moldes.	49
Tabla 2.3 Velocidades recomendadas para el cálculo de tuberías que transportan agua.	51
Tabla 2.4 Diámetro de la tubería para los diferentes anillos de cada uno de los módulos.	53
Tabla 2.5 Valores del Coeficiente de Hazen- Williams (C) para distintos materiales.	57
Tabla 2.6 Longitudes equivalentes de tubería, para codos de diferentes características.	60
Tabla 2.7 Variabilidad de la presión atmosférica con la altitud.	61
Tabla 2.8 Variabilidad de la presión de evaporación del agua con la temperatura.	62
Tabla 2.9 Propiedades del acero inoxidable AISI 304.	71
Tabla 2.10 Propiedades del vapor a una presión de 60 psi.	71
Tabla 2.11 Propiedades del agua como líquido saturado a 152,78 °C.	75
Tabla 2.12 Precio de algunas constantes involucradas en el cálculo de costos de lavado.	104
Tabla 2.13 Caudal promedio en las pistolas de lavado.	104
Tabla 2.14 Datos recolectados el 25 de febrero del 2004.	105
Tabla 2.15 Datos recolectados el 27 de febrero del 2004.	105
Tabla 2.16 Datos recolectados el 29 de febrero del 2004.	106
Tabla 2.17 Datos recolectados el 17 de marzo del 2004.	106
Tabla 2.18 Costo por molde de los diferentes parámetros para el 25 de febrero del 2004.	107
Tabla 2.19 Costo por molde de los diferentes parámetros para el 27 de febrero del 2004.	108
Tabla 2.20 Costo por molde de los diferentes parámetros para el 29 de febrero del 2004.	109
Tabla 2.21 Costo por molde de los diferentes parámetros para el 17 de marzo del 2004.	110
Tabla 2.22 Valores promedio de costos por molde para diferentes parámetros.	111
Tabla 2.23 Valores promedio de costos diarios del lavado.	111
Tabla 2.24 Valores promedio de costos anuales del lavado.	111
Tabla 3.1 Subdivisión de la descremadora 518 en partes y subpartes	132
Tabla 3.2 Repuestos necesarios para realizar el mantenimiento preventivo de la descremadora 518. ...	161
Tabla 3.3 Costo de repuestos necesarios para realizar el mantenimiento preventivo.	162

Anexos

Anexo #1. Características técnicas del cuerpo conector orientable.	191
Anexo #2. Características técnicas de las boquillas que se van a utilizar.	192
Anexo #3. Fotografía de la descremadora 518.	195
Anexo #4. Ficha técnica de la descremadora 518.	196
Anexo #5. Vista del menú principal del módulo a terceros.	197
Anexo #6. Muestra de una tarea del Manual de Mantenimiento Preventivo.	198
Anexo #7. Muestra de una Orden de Trabajo generada por el Sistema.	199
Anexo #8. Orden de Trabajo revisada e ingresada al Sistema.	201
Anexo #9. Fotografía de la bomba modelo QC-218 MD.	203
Anexo #10. Curvas de funcionamiento de la bomba modelo QC-218 MD.	204
Anexo #11. Tablas para la selección de los diámetros en tuberías para vapor.	205
Anexo #12. Propiedades del agua como vapor saturado y como líquido saturado.	206
Anexo #13. Valores de pérdidas térmicas en superficies planas y de la superficie del agua.	207
Anexo #14. Características de operación de las diferentes trampas existentes en el mercado.	208
Anexo #15. Propiedades y características de la cadena seleccionada.	209
Anexo #16. Propiedades y características de los engranajes seleccionados.	210
Anexo #17. Coeficientes de fricción en el arranque, entre las guías de desgaste y la cadena.	211
Anexo #18. Factores de servicio para diferentes condiciones de funcionamiento.	211
Anexo #19. Resistencia mecánica de bandas y cadenas de diferentes materiales.	212
Anexo #20. Factores de temperatura para diferentes temperaturas de exposición de la cadena.	213
Anexo #21. Factores de resistencia de la cadena para diferentes condiciones de operación.	213
Anexo #22. Características de los diferentes ejes disponibles.	214
Anexo #23. Propiedades de los diferentes ejes disponibles.	215
Anexo #24. Torques máximos recomendados para ejes de diferentes materiales.	216
Anexo #25. Fotografía, dimensiones generales y disposición del motorreductor seleccionado.	217
Anexo #26. Datos de funcionamiento del motorreductor seleccionado.	219
Anexo #27. Hojas de selección de la válvula reguladora de presión.	221
Anexo #28. Hojas de selección de la válvula reguladora de temperatura.	224
Anexo #29. Hojas de selección de la trampa de balde invertido.	227
Anexo #30. Hojas de selección de la trampa de flotador y termostática.	231
Anexo #31. Hojas de selección de los filtros.	234
Anexo #32. Hojas de selección de los controladores del nivel de agua en los tanques.	236

Nomenclatura utilizada

°	Grados
°C	Grados Celsius
A	Área
bar	Bares
C _p	Calor específico
d _e	Diámetro externo
d _i	Diámetro interno
G	Flujo másico por unidad de área
g	Aceleración de la gravedad
gal	Galones
gpm	Galones por minuto
Gr	Número de grashof
h	Horas
h _e	Coefficiente externo de transferencia de calor
h _i	Coefficiente interno de transferencia de calor
Hp	Caballos de fuerza
J	Joules
K	Grados kelvin
k	Conductividad térmica
kg	Kilogramos
kJ	Kilo joules
L	Longitud
lpm	Litros por minuto
m	Metros
mca	Metros de columna de agua
min	Minutos

mm	Milímetros
mmHG	Milímetros de mercurio
N·m	Newton por metro
Pa	Pascales
Pr	Número de Prandtl
psi	Libras por pulgada cuadrada
pulg	Pulgadas
Q	Calor
Re	Número de Reynolds
r_e	Radio externo
r_i	Radio interno
rpm	Revoluciones por minuto
s	Segundos
T	Temperatura
t	Tiempo
Ue	Coefficiente global de transferencia de calor
Un	Número de Nusselt
v	Velocidad
W	Watts
β	Coefficiente de temperatura de conductividad térmica
ΔT	Diferencial de temperatura
ΔT_m	Temperatura media logarítmica
η	Eficiencia
μ	Viscosidad cinemática
ρ	Densidad
Φ	Diámetro

Capítulo I.

Aspectos generales de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L.

1.1 Historia de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L.

La historia de La Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. es un valioso ejemplo de esfuerzo y constancia.

Hace muchos años los productores de leche tenían grandes dificultades para afianzar las pequeñas lecherías. No existía organización entre ellos e individualmente debían luchar contra la inestabilidad de los precios que les fijaban los intermediarios.

La primera semilla de dicha entidad la pusieron Juan Bautista Sanabria y Bruce Masís Dibiassi al crear, en 1945, la Compañía Inversora de Fomento Agropecuario S.A. (CIFA), donde se producían alimentos concentrados, se vendía equipo y todo lo relacionado con la lechería. Lo interesante de anotar es que uno de los artículos de la carta constitutiva de esta sociedad mencionaba claramente que sería transformada, dos años después, en una cooperativa de productores de leche.

Fue entonces cuando 25 productores con gran visión, capacidad creadora y una clara concepción de democracia económica, se reunieron el 26 agosto de 1947 para fundar una Cooperativa que los ayudara a mejorar la difícil situación que atravesaban, a la vez, contribuir con el progreso de Costa Rica.

La primera reunión contó con la presencia de los pioneros de la Cooperativa, quienes plantearon tres objetivos básicos:

- a.** Vender la leche a una empresa que, siendo propia, les pagara un precio justo.
- b.** Comprar insumos necesarios para las fincas, también a una empresa propia.
- c.** Promover el desarrollo industrial y social de Costa Rica.

Una vez planteados los objetivos, los presentes llegaron a un acuerdo para iniciar el capital de la futura Cooperativa: cada uno de los asistentes debía suscribir cinco acciones de cien colones cada una y pagar en ese momento el 25 por ciento.

El 1º de noviembre del 48 arrancó la fábrica de concentrados (ex Bodega Madrigal) en manos de la Cooperativa y en ese mismo mes se inician los trámites para comprar los activos de la CIFA.

Luego de varias reuniones, la Junta Directiva de la Cooperativa, con el auxilio del Banco Nacional, convino en hacer la compra a precio de costo y asumir algunos pasivos que la empresa tenía en ese momento. Los dueños de CIFA se obligaban a adquirir al menos ¢30 mil en acciones de la Cooperativa, de los cuales debían pagar ¢15 mil en efectivo.

El monto en que se adquirió CIFA fue puesto por el Banco: ¢105.839,95. Las ganancias del negocio no pudieron verse hasta 1949, pues desde enero de ese año la Cooperativa comenzó a crecer y se acordó, en ese mes, abrir la primera distribuidora de concentrado en Turrialba.

La Cooperativa optó por desarrollar, por sí misma, el ambicioso proyecto de una planta de leche fluida, mantequilla y helados, con un costo de ¢ 1,5 millones. En esa misma época, el Consejo Nacional de Producción (CNP) informa del deseo de poner a funcionar una planta de leche en polvo. Los lecheros ofrecen al CNP ayuda con la planta, a cambio de que ésta colaborara con la pasteurizadora.

Pero los directores de la Cooperativa no se sentaron a esperar soluciones. En la sesión del 7 de agosto de 1950 se tomaron algunas de las decisiones más importantes para la Cooperativa: comprar un lote en Barrio Luján, la maquinaria y construir un edificio propio; todo esto, a pesar de que el financiamiento no era total.

En octubre de 1950 arrancó la obra, mientras se le pagaba a la Municipalidad de San José la suma de ¢24.710,00 por la instalación de la cañería. En la Gerencia se escogía el modelo de la botella donde se vendería la leche. La famosa botella cuadrada con el nombre de la Cooperativa y cuya tapa llevaba el logo y la cubretapa una réplica del edificio de la planta.

En febrero de 1951, la Cooperativa se incorpora como patrocinadora de la Escuela Técnica Nacional, con la idea de que en el futuro los trabajadores fueran instruidos ahí, pues más adelante corroborarían lo que en ese momento era un presentimiento: una vez finalizada la construcción y lista la planta para arrancar, no había personal especializado; de hecho, era la primera planta de ese tipo que se abría y quienes habían tenido contacto con la incipiente industria lechera eran muy pocos. Entonces, terminada la construcción, los mismos peones que pegaron bloques fueron contratados y entrenados para pasteurizar leche.

Mientras la edificación iba tomando forma, se hacían preparativos para darle cuerpo a la labor, no sólo de industrialización sino de mercadeo y venta de la leche. Cuatro camiones Dodge DV102 constituyeron la primera flota de reparto.

El costo era de aproximadamente \$2 mil cada uno, más \$57 que costaba el equipo de refrigeración que llevaban incorporado. Los preparativos continuaban y cuando se planteó la necesidad de nombrar el resto de productos que se pensaba elaborar como queso, mantequilla y otros que surgieran con el tiempo, se puso en discusión la posible marca.

En una sesión del Consejo de Administración, los miembros comenzaron a decir nombres al azar y fue don Rodolfo Fernández Gutiérrez, quien se desempeñaba como vocal cuatro, quién sugirió “Dos Pinos”, haciendo alusión al emblema cooperativista que en un círculo encierra dos pinos como símbolo de cooperación y fecundidad.

1.2 Objetivos de la Cooperativa Dos Pinos: los siete principios cooperativistas.

- a. Adhesión abierta y voluntaria:** la asociación se realiza en forma libre.
- b. Control democrático:** este principio se basa en la regla de un voto por asociado.
- c. Interés limitado sobre el capital:** se paga interés sobre el capital si los excedentes que produce la cooperativa lo permiten.
- d. Los excedentes pertenecen a los miembros:** El excedente consiste en la diferencia entre los ingresos y los gastos que ha tenido la Cooperativa en un determinado período económico. Éste es uno de los aspectos más importantes de la Cooperativa.
- e. Provisión para la educación:** Se busca fomentar un mayor conocimiento de los principios cooperativistas y una mayor capacitación e información general que enriquezca tanto a los asociados como a los trabajadores.
- f. Cooperación entre cooperativas:** La Cooperativa no es un ente aislado. Se encuentra inserta en una sociedad. Las cooperativas pueden agruparse y formar uniones o federaciones y ésta, a su vez, pueden conformar una Confederación Nacional.
- g. Compromiso con la comunidad:** La Cooperativa trabaja para el desarrollo sostenible de la comunidad por medio de políticas aceptadas por los miembros.

1.3 Misión de la Cooperativa Dos Pinos.

“Producir y comercializar en forma ética y profesional productos nutritivos de gran valor en la alimentación de nuestros consumidores actuales y potenciales, con la mejor calidad y nivel de servicio por medio de personas comprometidas con nuestros valores y con la mejor tecnología”.

1.4 Visión de la Cooperativa Dos Pinos.

“Entendemos que somos la empresa número uno en Centroamérica y el Caribe en la producción y comercialización de alimentos, principalmente lácteos y como tal estamos comprometidos con nuestros consumidores, clientes, proveedores, productores y empleados para dar lo mejor de nuestra gestión y mantener nuestra posición”.

1.5 Organigrama de la empresa.

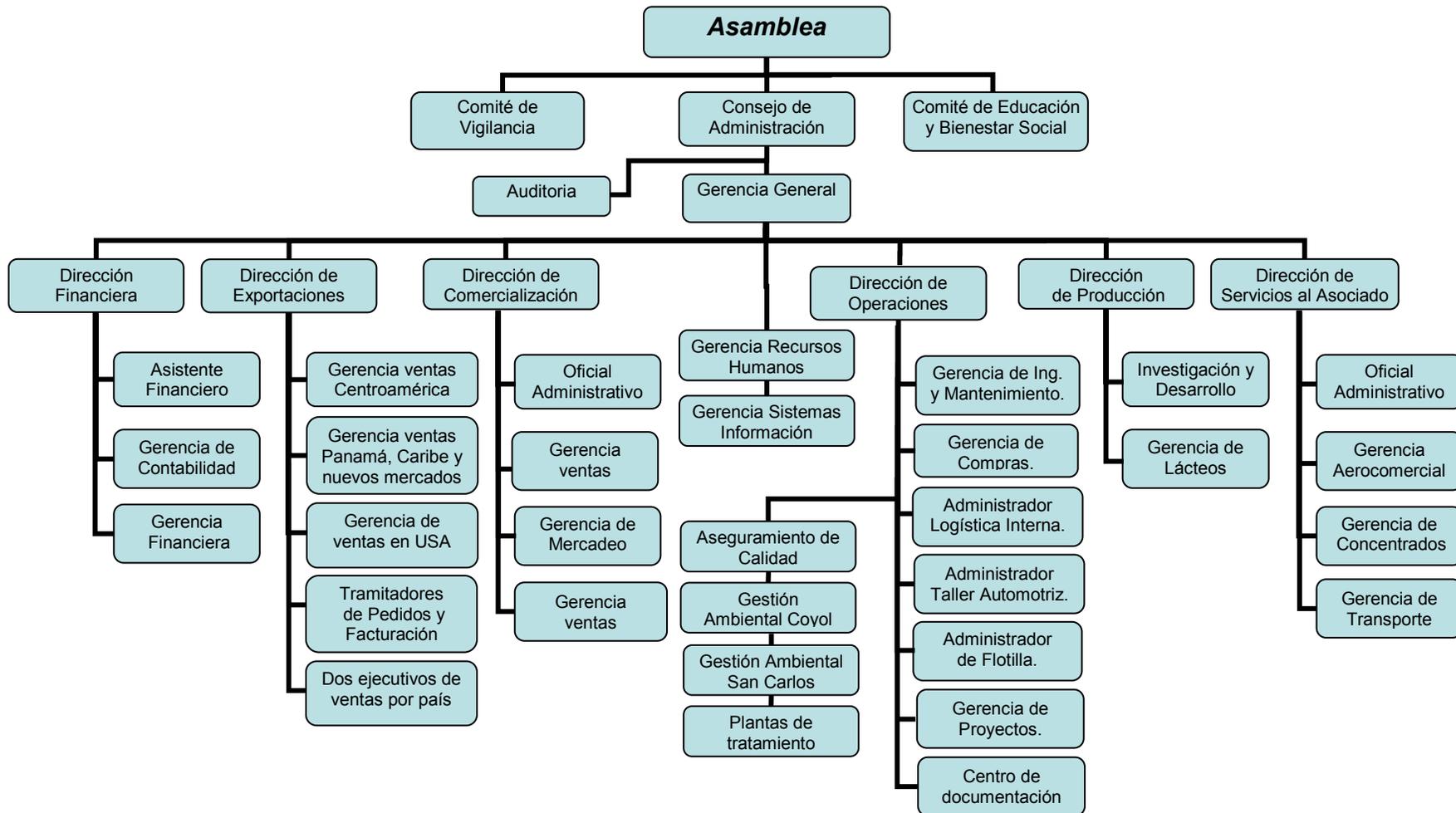


Figura 1.1 Organigrama General de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L

Fuente: Departamento de Recursos Humanos de la Cooperativa Dos Pinos.

1.5.1 Consejo de Administración.

Representa los intereses de toda la Asamblea y de la Cooperativa como empresa. Entre las funciones están: conferir al Gerente toda clase de poderes para que lleve a cabo la gestión. Dictar los reglamentos internos de acuerdo con la Ley o los Estatutos. Proponer a la Asamblea la reforma de los Estatutos. Velar porque se cumplan y ejecuten las resoluciones, así como los de la Asamblea.

1.5.2 Comité de Vigilancia.

La función principal es examinar y fiscalizar todas las cuentas y operaciones realizadas por la Cooperativa.

1.5.3 Comité de Educación y Bienestar Social.

Asegura a los asociados de la Cooperativa y personas que quieran ingresar a ella, las facilidades necesarias para que reciban educación cooperativa y amplíen los conocimientos sobre esta materia.

Redacta y somete a la aprobación del Consejo de Administración proyectos y planes de obras sociales de los asociados de la Cooperativa y de las familias de éstos.

1.5.4 Gerencia General.

Es la máxima autoridad administradora de la empresa y en coordinación con las seis direcciones a cargo planifica, desarrolla y evalúa los proyectos que permiten la operación diaria de la empresa. El Gerente es nombrado por el Consejo Administrador.

1.5.5 Secretaría de la Gerencia General.

Todos los trámites legales para el productor asociado están concentrados en esta oficina. Por ello brinda principalmente asesoramiento a los asociados en traspasos, nuevos ingresos y nuevas entregas.

Coordina los servicios para nuevos socios: inspección de instalaciones de entrega de leche, traspasos, aperturas de entregas y recolección de leche.

Recibe y tramita documentos de asociados provenientes de los diversos almacenes.

1.5.6 Dirección Financiera.

Cuida y administra eficientemente las finanzas de la empresa. Aquí se evalúa la rentabilidad de nuevos productos.

Está dividida en tres gerencias: Financiera, Contable y de Planeación.

1.5.7 Dirección de Servicios.

Tiene a cargo tres gerencias, la de Concentrados, Agrocomercial y Transportes.

- a. Concentrados:** La planta está ubicada en Pavas. Elabora una gama muy amplia de productos para una mejor producción de leche.
- b. Agrocomercial:** Administra los almacenes en todas las zonas productoras de leche y brinda servicios de productos farmacéuticos y veterinarios, venta de concentrados y equipos, así como asistencia veterinaria y agronómica para las fincas de los asociados.
- c. Transporte:** Da mantenimiento a los camiones de venta que se desplazan a todos los rincones de Costa Rica y a los de recolección.

1.5.8 Dirección de Comercialización.

Con más de 20 mil puntos de venta y siete sucursales en todo el territorio costarricense, la Dirección de Comercialización es el área más grande de Dos Pinos.

1.5.9 Dirección de Producción

Se encarga de pasteurizar, homogenizar y trasladar la leche a diferentes plantas para el empaque como leche fluida o para el proceso de los diferentes productos. Estas actividades se logran mediante dos gerencias: Operaciones y Lácteos.

1.5.10 Dirección de Exportaciones.

Se encarga de gestionar la venta de toda la gama de productos de la Dos Pinos fuera de Costa Rica. Para ello, existen diferentes gerencias de ventas para Centroamérica, Panamá, el Caribe, Estados Unidos y posibles nuevos mercados.

La Cooperativa Dos Pinos tiene 57 años de estar en el mercado. El crecimiento ha estado regido por los gustos y preferencias de los consumidores. El desarrollo de Dos Pinos se ha enmarcado por la innovación de productos. Del posicionamiento y consolidación de nuevos mercados, manteniendo siempre una imagen de liderazgo.

1.6 Proceso productivo.

La producción de leche y derivados es un proceso que inicia en las fincas de los asociados, donde la tecnología empleada permite que la leche reciba un trato higiénico; el ordeño es automatizado y la leche se almacena temporalmente en tanques de enfriamiento.

De ahí, se transporta en camiones cisterna a los diferentes recibos de leche de la Cooperativa: San Carlos, Coyol y Limonal, donde se reciben cerca de 950 mil litros de leche diariamente.

Ya en la planta, la leche se almacena en silos, se clarifica, homogeniza y pasteuriza, para luego ser empacada como leche fluida, o bien, como materia prima en la producción de los diferentes productos Dos Pinos.

La Cooperativa Dos Pinos cuenta con dos plantas:

❖ **El Coyol de Alajuela:** procesa aproximadamente 500 mil litros de leche por día. Esta planta cuenta con tres áreas:

- ✓ **Área 1. Productos pasteurizados:** donde se procesan y envasan las leches pasteurizadas, mantequillas, yogurts, natilla y queso crema, además los diferentes jugos y bebidas pasteurizados.
- ✓ **Área 2. Helados:** se producen los helados tradicionales a base de leche, en gran diversidad de tamaños y sabores: paletas, helados extruidos, conos, queque de helado y otras novedades.
- ✓ **Área 3. Envasado aséptico:** productos de larga vida como la leche semidescremada, la íntegra, la descremada, las especiales como la Junior, la Delactomy y la Extra Calcio, saborizadas como los Pinitos, los Frecoleches, Rompopes y el Kapucci, jugos y néctares

❖ **Ciudad Quesada, San Carlos:** la cual cuenta con dos áreas:

- ✓ **Área 5. Planta de quesos:** se producen los quesos frescos (Tico y Turrialba), quesos maduros (Gouda, Mozzarella, Cheddar y queso tipo Manchego) y quesos procesados.
- ✓ **Área 7. Planta secado de leche:** cuenta con un equipo de secado por aspersion, productos aglomerados e instantáneos como las leches en polvo Pinito, Descremada, Semidescremada, Íntegra, y Delactomy.

Además se tiene una sección de Investigación y Desarrollo, responsable de la investigación y el diseño de los nuevos productos.

Capítulo II.

Diseño de una máquina lavadora de los moldes utilizados en la elaboración de quesos

2.1 Introducción.

La historia de la humanidad ha estado marcada por innumerables conquistas tecnológicas, por el progreso de las relaciones entre las personas y por la capacidad creativa del ser humano para superar cada desafío.

Sin embargo, desde la prehistoria hasta la actualidad, el desarrollo de las civilizaciones siempre ha dependido de la presencia o la ausencia de los recursos naturales. Si están presentes y en abundancia, representan la posibilidad de mejoramiento agrícola, social, industrial, sanitario y de la calidad de vida. Pero si están ausentes o escasean, son motivo de pobreza, guerras, enfermedades y estancamiento económico.

Ante la creciente demanda de planes de desarrollo sostenible, los organismos internacionales y las instituciones preocupadas por el acontecer económico de la sociedad, plantean cuáles son los motivos del deterioro de las condiciones ecológicas (cambio climático, deforestación, contaminación) y el correspondiente peligro para las economías en vías de desarrollo y, por qué no, de las desarrolladas.

Los organismos reguladores nacionales insisten en la reducción de la contaminación de los recursos aire, suelo y agua. A la vez, Organismos de Normalización Internacional fijan procedimientos para el logro de un ambiente saludable y sostenible. Mucho es lo logrado, pero insuficiente para el estado de degradación de los recursos del planeta.

Se está en un universo que se degrada continuamente teniendo como base el consumismo, lo que debería revertirse a través de un derroche mínimo de energías y materiales disponibles.

Por tanto, la productividad no debería medirse por la mayor cantidad de bienes económicos producida en un determinado período, sino por la mayor cantidad producida con el menor gasto energético posible y la menor contaminación permisible.

Como en la mayoría de las industrias de alimentos, los principales problemas ambientales originados por las del sector lácteo, en este caso la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L en San Carlos, están asociados a la generación de residuos líquidos, sólidos y emisiones a la atmósfera.

Los residuos líquidos generados por la planta de Dos Pinos San Carlos provienen, entre otras fuentes, del agua de lavado de equipos, utensilios e instalaciones. Del suero residual de la fabricación de queso, de las soluciones ácidas y alcalinas que se emplean en lavados y/o esterilización y el agua empleada en la limpieza de los camiones utilizados en la recolección de la leche. Estos desechos se caracterizan por llevar una carga orgánica importante, por el contenido de sólidos suspendidos y por ser desperdicios en mayoría grasosos.

La generación de desechos sólidos proviene principalmente de los recortes de queso, además de otros residuos tales como papeles y plásticos utilizados en envases de materias primas y productos terminados. Las emisiones a la atmósfera son producidas básicamente por las calderas y por el polvo generado en los procesos de secado de leche.

En los últimos años, el sector industrial costarricense ha sido encaminado a reducir en forma significativa las emisiones contaminantes. Esto se origina principalmente por las restricciones impuestas en mercados internacionales, así como por el cambio que ha tenido la regulación y fiscalización en el nivel nacional. Lo anterior se suma a una creciente sensibilidad social, que se ha traducido en una mayor conciencia de los ciudadanos, consumidores, trabajadores y empresarios sobre la existencia de la contaminación de los recursos naturales y el impacto sobre la salud y la calidad de vida.

Sin quedarse atrás y más bien siendo pionera en el campo de la conservación del medio ambiente, la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L se preocupa por tener plantas de procesamiento de lácteos que cumplan con las normativas ambientales existentes dentro y fuera de Costa Rica.

Lo anterior con el fin de poder obtener certificaciones, como la ISO 14001, las cuales la acrediten como una empresa que crece pensando en el medio ambiente y está segura de que con ello contribuirá a tener un planeta que se desarrolle de manera sostenible, procurando el bienestar para las futuras generaciones.

2.2 Justificación.

El proyecto de diseño de la Máquina lavadora de los moldes utilizados en la elaboración de queso se desarrollará en la Planta 5 (Planta de Quesos) de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L., ubicada en Ciudad Quesada, San Carlos. Esta planta se dedica exclusivamente a la elaboración de queso de leche de vaca en diferentes presentaciones. En las instalaciones de Planta 5 se realiza la elaboración de todo el queso que produce la Cooperativa Dos Pinos, excepto el queso crema.

Durante el proceso de elaboración, se necesita darles la forma y la presentación requeridas a los mismos, para ello se utiliza una serie de moldes de acero inoxidable, en los cuales se deposita el queso después de todo el proceso de elaboración previa que éste requiere para ser prensado y adquiera la forma final.

Después que al queso se le ha dado forma, se procede a desmoldarlo, para que posteriormente se inicie el lavado de cada uno de los moldes con fin de que estén disponibles para un posterior ciclo de elaboración de queso.

Actualmente el lavado de los moldes se realiza de una manera muy artesanal: en primera instancia éstos se enjuagan empleando agua a presión proveniente de una manguera con pistola. Posteriormente con el empleo de una lámina de fibra sintética y una fórmula de detergente de la empresa ECOLAB llamada HC-10, se restriegan cada uno de los moldes para eliminar todos los residuos.

A continuación se vuelven a enjuagar con agua uno a uno los moldes que estos queden libres de partículas de detergente. El proceso finaliza con la aplicación de un desinfectante de ECOLAB llamado VORTEXX, con lo cual los moldes ya quedan limpios y desinfectados.

El diseño de la máquina lavadora debe contribuir con el ahorro del agua como una política de gestión ambiental que la empresa está implantando.

A pesar de que en la Cooperativa Dos Pinos R.L no se paga el agua de acuerdo con las tarifas que impondría la institución que brinda el servicio de agua potable, la compañía paga un derecho anual para hacer uso de un manantial y tiene un compromiso serio con el medio ambiente. Por este motivo realiza los procesos de producción y mantenimiento haciendo uso de la menor cantidad de agua y dando el tratamiento necesario a todos los efluentes que se depositan en el río.

Por otro lado, la empresa cuenta con un sistema de tratamiento de agua, el cual consiste en un tanque homogenizador, un sistema de sedimentación, un tanque con cultivo de bacterias y una laguna de oxidación. Con la construcción de la máquina se deberá ahorrar en muchos factores: en un menor consumo de energía, producto de menos uso de las bombas que trasladan el agua desde el homogenizador hasta el sistema de sedimentación. Un menor gasto en las bacterias que se deben agregar al cultivo. Se desea pagar sumas de dinero menores por concepto de Canon Ambiental¹, debido a que la cantidad de agua tratada que se desecharía al río, deberá ser mucho menor a la que se está depositando en este momento, además se requiere que la vida útil de la laguna de oxidación aumente, como consecuencia de una menor cantidad de agua por tratar.

A si mismo, es necesario minimizar los costos por concepto de compra de detergente. Se necesita que el tiempo del lavado de los moldes se reduzca significativamente, se requiere disminuir el empleo de la mano de obra en el lavado de moldes. Además se pretende que los operarios tengan una manipulación menor de los moldes, con ello se espera obtener niveles más bajos de contaminación.

Es importante también hacer notar que la calidad de lavado sería más estandarizada, ya que ésta no dependería directamente del criterio o manipulación de los operarios como sucede actualmente.

¹ Gaceta N° 122. Reglamento de creación de Canon Ambiental por vertidos. Decreto N° 31176-MINAE

2.3 Planteamiento del problema.

Como en el apartado anterior se describió, el proceso de lavado de los moldes es bastante artesanal. En este momento en Planta 5 se lavan aproximadamente 770 moldes al día. Éstos están contruidos de acero inoxidable y se encuentran en dos presentaciones: de 36X28 centímetros y de 36X30 centímetros, con una profundidad de 8 centímetros en ambos casos. Además, cuentan con una tapa que tiene una profundidad de 2 centímetros y un aro flexible de 8 centímetros de profundidad. Ver sección de planos.

Como se puede notar, el número de moldes por lavar es elevado, aunado a esto se tiene que:

- a.** La limpieza de los moldes es realizada por personal de producción de la planta, o sea, se están gastando horas hombre extra en limpieza que pueden invertirse en la producción de queso o en otras labores dentro de la misma empresa.
- b.** La cantidad de agua que se utiliza en el lavado de los moldes es elevada. Esta cantidad de desperdicio no es compatible con las políticas de gestión ambiental que se están incorporando en la Cooperativa Dos Pinos R.L.
- c.** El uso de detergente en este momento es totalmente inadecuado, ya que se adiciona detergente a cada molde por separado, se restriega y se enjuaga, ello conduce a la producción de muchos efluentes cargados de detergentes y material sólido.
- d.** Es necesario que todos los moldes, al final del proceso de lavado, queden con un acabado superficial uniforme. Éste es más preciso de obtener mediante el empleo de condiciones controladas de lavado, o sea, consiguiendo que el caudal, la presión, la temperatura y el tiempo de exposición sean en la medida de lo posible constantes. En este momento el lavado se realiza omitiendo el control de muchos de estos parámetros.

- e.** Actualmente la planta cuenta con un sistema de tratamiento de agua. Dentro de los problemas que tiene el uso ineficiente del lavado están: horas innecesarias de bombeo de agua, gastos en pago de bacterias utilizadas en un cultivo y la disminución de la vida útil de la laguna de oxidación del sistema de tratamiento.

- f.** La normativa vigente en Costa Rica obliga a las empresas a realizar el pago Canon Ambiental, o sea, se debe pagar una tarifa que permita realizar el vertido de efluentes tratados a un río. El cálculo del monto se hace tomando en cuenta el caudal vertido, cuanto mayor sea éste, mayor es el monto por pagar.

- g.** Los estándares de limpieza que exige la industria alimenticia son altos. En este momento la limpieza de los moldes requiere de mucha manipulación por parte del personal encargado de la limpieza, este aspecto causa riesgos de contaminación si el proceso es inadecuado.

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general.

- a. Realizar el diseño de una máquina lavadora de los moldes utilizados en la elaboración de quesos de leche de vaca, para ubicarla en la planta número 5 de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L en Ciudad Quesada, San Carlos.

2.4.2 Objetivos específicos.

- a. Lograr que el diseño se apegue a las necesidades de limpieza que requiere una empresa dedicada a la elaboración de productos alimenticios.
- b. Optimizar el uso del agua y del detergente utilizados en el lavado de los moldes, para reducir la cantidad de efluentes que tienen que ser recuperados en el sistema de tratamiento de aguas.
- c. Reducir el número de operarios y la intervención directa de estos con los moldes, mediante un proceso semiautomático de lavado.
- d. Lograr que el proceso de lavado se agilice de una manera significativa, por medio de la reducción del tiempo de lavado.
- e. Realizar un estudio de carácter económico que permita conocer el costo de lavado por molde en el cual se incurre con el método actual de limpieza.

2.5 Proceso de elaboración del queso.

Se entiende por queso "el producto fresco o maduro, sólido o semisólido, obtenido por separación del suero después de la coagulación de la leche natural, por la acción del cuajo u otros coagulantes apropiados, con o sin hidrólisis previa de lactosa" ².

Otra definición de queso es: "el conseguido mediante técnicas de elaboración que comprendan la coagulación de la leche y/o de materias obtenidas de la leche y que den un producto final que posea las mismas características del producto definido anteriormente y siempre que la relación entre la caseína y las proteínas séricas sea igual o superior a la de la leche" ³. Ahora bien, la producción del queso consta de las siguientes fases:

- a. Transporte y tratamiento previo de la leche:** La leche fresca se recoge en camiones en las fincas de cada asociado. El productor conserva la leche a una temperatura adecuada en su lechería. Los camiones recolectores cuentan con un contenedor térmico que mantiene la temperatura de la leche, desde la finca hasta la planta. Al llegar el camión a la planta, pasa a la báscula donde se determina la cantidad de leche que contiene. Luego el camión recibe un lavado externo para eliminar posibles focos contaminantes adquiridos durante el transporte. Posteriormente se extrae una muestra de leche del contenedor, la cual se analiza en el laboratorio donde se verifica la calidad físico-química y la higiénica. Si la muestra cumple con los estándares de calidad, el camión es llevado al área de descarga donde se extrae la leche del contenedor.

- b. Almacenamiento de la leche:** La planta de quesos de Dos Pinos sólo fabrica queso con leche fresca, por lo cual está preparada para almacenarla y conservarla durante algunas horas o días. La leche es trasvasada desde los camiones hasta los silos de almacenamiento refrigerados, en donde se conserva la leche a una temperatura que ronda los 5 °C.

² Instituto Tecnológico Agroalimentario, España 2003.

³ Idem.

- c. Pasteurización:** La leche utilizada para la elaboración de queso debe ser pasteurizada. En esta operación se eliminan de la leche todas las bacterias patógenas.
- d. Clarificación de la leche:** La clarificación tiene por objeto la eliminación de partículas orgánicas e inorgánicas y aglomerados de proteínas.
- e. Descremado:** La etapa de normalización consiste en el ajuste tanto de la materia grasa como de los sólidos solubles no grasos. El ajuste de la materia grasa se realiza con descremadoras, separando la crema hasta obtener el porcentaje graso requerido.
- f. Cuajado de la leche:** La operación de coagulación se basa en provocar la alteración de la caseína y la precipitación, dando lugar a una masa gelatinosa que engloba a todos los componentes de la leche. La coagulación puede provocarse por tres vías: vía ácida (generalmente ácido láctico producido por bacterias), enzimática (adición de cuajo), mixta (combinación de las anteriores).
- g. Fragmentación de la cuajada:** Cuando concluye la reacción, unos brazos mecánicos se accionan para fragmentar la cuajada: se forma una mezcla de elementos sólidos y líquidos donde la parte líquida corresponde al suero y la sólida es la masa de queso.
- h. Escurrido del suero:** La mezcla de suero se extrae de los depósitos donde se fragmentó la cuajada hasta que queda una mezcla sólida de trozos de queso. El suero se recoge y se envía a unos contenedores que están fuera de la planta, aquí se almacena el producto para que luego pueda ser vendido a los asociados que lo destinan a la alimentación de cerdos.
- i. Moldeado:** Los trozos de queso sólido se depositan en los moldes. Éstos ya han sido lavados y armados previamente y se les ha colocado un trozo de papel rayón en el fondo.

j. Mantenimiento y maduración: El queso se almacena en cámaras frigoríficas y se deja ahí el tiempo necesario según se requiera queso maduro o fresco.

k. Corte, empaque y despacho: El queso se desalmacena y se lleva a la zona de corte del producto, se empaqueta de acuerdo con el tipo de queso y la presentación, luego se despacha.

Existen varias formas de clasificar los quesos. Se pueden seguir varios criterios para la tipificación: según la leche con la cual han sido elaborados, el método de coagulación empleado, el contenido graso del queso, etc.

En Planta 5 se elaboran quesos tipo Gouda, Manchego, Tico, Procesado, Cheddar, Turrialba, Cottage y Palmito.

2.6 Marco Teórico.

2.6.1 Limpieza: principios generales.

La higiene exige una limpieza eficaz y regular de los establecimientos, equipos y vehículos para eliminar residuos y suciedades que contengan microorganismos, los cuales constituyan una fuente de contaminación de los productos que se destinarán al consumo humano.

Después de este proceso de limpieza, se puede usar, cuando sea necesario, la desinfección o un método afín para reducir el número de microorganismos que hayan quedado después de la limpieza, a un nivel tal que no puedan contaminar los productos.

Algunas veces, las etapas de limpieza y desinfección se combinan usando una mezcla desinfectante-detergente, aunque generalmente, se considera a este método menos eficaz que el proceso de limpieza y desinfección en dos etapas.

2.6.2 Personal a cargo de la limpieza.

Es recomendable nombrar personas, de preferencia empleados permanentes del establecimiento, cuyas funciones en lo posible sean independientes de las de producción, para que se encarguen de ejecutar los procedimientos de limpieza.

Uno de los errores que con mayor frecuencia se observa en las operaciones de limpieza y desinfección de equipo y utensilios, es que este proceso se considera como un trabajo adicional. Este punto de vista es inapropiado pues la labor debe ser realizada por personas que cuenten con la debida capacitación.

Todo el personal que ejecute los trabajos de saneamiento y limpieza debe estar suficientemente entrenado.

2.6.3 Precauciones en el proceso de limpieza y desinfección.

Para impedir la contaminación de los productos, todo el equipo y utensilios se limpiarán con la frecuencia necesaria y se desinfectarán siempre que las circunstancias así lo exijan. En todo caso se tomarán las precauciones necesarias para impedir que el producto se contamine, cuando las áreas, el equipo y los utensilios se limpien o desinfecten con agua, detergentes u otras soluciones.

Los detergentes y desinfectantes serán seleccionados cuidadosamente para lograr el fin perseguido y deben ser aceptados por el organismo oficial competente. Los residuos de estos agentes que queden en una superficie susceptible de entrar en contacto con los productos, deben eliminarse mediante un enjuague minucioso con agua.

No deben almacenarse juntos los productos alcalinos con los ácidos. Los productos ácidos no deberán mezclarse con soluciones de hipoclorito, pues se producirá gas de cloro. Las personas que trabajen con productos alcalinos o ácidos deberán usar ropas y gafas protectoras, así como ser instruidas cuidadosamente en las técnicas de manipulación. Los envases donde se guardan tales líquidos deberán rotularse claramente y almacenarse en lugar separado al de los productos y los materiales de envase. Se deberán cumplir estrictamente las instrucciones de los fabricantes para el correcto uso.

Se tendrá especial cuidado en el uso de materiales abrasivos, para que éstos no modifiquen el carácter de la superficie de contacto del producto y los fragmentos de cepillos, raspadores y otros materiales de limpieza no contaminen el producto.

2.6.4 Métodos de limpieza

La limpieza se efectúa empleando métodos físicos, por ejemplo: restregando o utilizando fluidos turbulentos. También se pueden usar métodos químicos, por ejemplo: detergentes, álcalis o ácidos o la combinación de ambos métodos.

El calor es un factor adicional importante en el uso de los métodos físicos y químicos. Debe tenerse cuidado en seleccionar las temperaturas, de acuerdo con los detergentes que se usen y las superficies de trabajo.

Según las circunstancias, podrán emplearse uno o más de los métodos siguientes:

- a. Manuales:** cuando haya que eliminar la suciedad, restregando con una solución detergente. Se recomienda remojar en un recipiente aparte con soluciones de detergentes, las piezas desmontables de la maquinaria y los pequeños dispositivos del equipo, con el fin de desprender la suciedad antes de comenzar a restregar.
- b. Limpieza "in situ":** es la limpieza del equipo, incluyendo las tuberías, con una solución de agua y detergente, sin desmontarlos. El equipo contará con un diseño adecuado para este método de limpieza. Para la limpieza eficaz de las tuberías se requiere una velocidad de fluido mínima de 1,5 metros por segundo, con flujo turbulento.

Deberán identificarse y eliminarse en lo posible las piezas del equipo que no puedan limpiarse satisfactoriamente con este método. Si no puede hacerse de esta forma, se desmontarán dichas piezas para limpiarlas e impedir que se acumule la suciedad.

Al terminar de enjuagar, se debe verificar la eliminación de todos los residuos y llevar los registros correspondientes de fecha, materiales usados, tiempo, condiciones, persona que lo hizo y responsable.

- c. Pulverización a baja presión y alto volumen:** es la aplicación de agua o una solución detergente en grandes volúmenes a presiones de hasta 690 kPa (100 psi).
- d. Pulverización a alta presión y bajo volumen:** es el uso de agua o una solución detergente en volumen reducido y a alta presión. Es decir, hasta 6895 kPa (1000 psi).

- e. Limpieza a base de espuma:** es la aplicación de un detergente en forma de espuma durante 15 a 20 minutos, que posteriormente se enjuaga con agua aspersada.

- f. Máquinas lavadoras:** algunos contenedores y equipos empleados en la elaboración de productos pueden lavarse con máquinas. Éstas realizan el proceso de limpieza indicado, además desinfectan mediante el enjuague con agua caliente, una vez concluido el ciclo de limpieza. Con estas máquinas se pueden obtener buenos resultados, siempre que se mantenga la eficacia y eficiencia mediante un mantenimiento regular y adecuado.

2.6.5 Los detergentes

Los detergentes deben tener capacidad humectante y poder para eliminar la suciedad de las superficies, así como mantener los residuos en suspensión. Asimismo, contar con buenas propiedades de enjuague, de tal manera que se eliminen fácilmente del equipo los residuos de suciedad y detergente.

Existen muchos tipos de detergentes, por ello se recomienda informarse al respecto, con el fin de asegurarse que el detergente seleccionado sea adecuado para eliminar el tipo de suciedad resultante de una determinada elaboración de productos y se aplique en la concentración y temperaturas correctas. El detergente escogido debe ser del tipo no corrosivo y compatible con otros materiales, incluidos los desinfectantes empleados en los programas de sanidad.

Aún cuando en algunos casos las soluciones frías de detergentes pueden ser eficaces para eliminar la grasa animal, se necesitará la aplicación de calor. La sedimentación de sales minerales en el equipo puede causar la formación de una escama dura ("costra"), especialmente en presencia de grasa o proteínas.

En consecuencia, probablemente se requiera un ácido o detergente alcalino, o ambos, para eliminar tales depósitos.

La "costra" puede ser una de las principales fuentes de contaminación bacteriana del producto. Puede ser reconocida fácilmente por la fluorescencia al aplicar rayos ultravioleta para detectar depósitos que normalmente escapan a la inspección visual ordinaria.

El objeto de aplicar la solución detergente es desprender la capa de suciedad y microorganismos y mantenerlos en suspensión. El objeto del enjuague es el de eliminar la suciedad desprendida y los residuos de detergentes.

Las propiedades generales de un agente limpiador son: completa y rápida solubilidad, no ser corrosivo a superficies metálicas, brindar completo ablandamiento del agua o tener capacidad para acondicionar la misma, excelente acción humectante, óptima acción emulsionante de la grasa, apropiada acción solvente de los sólidos que se desean limpiar, excelente dispersión o suspensión, adecuadas propiedades de enjuague, acción germicida, bajo precio, no tóxico.

2.7 Desarrollo del diseño.

2.7.1 Descripción general de la máquina.

Para realizar el lavado de los moldes, se sugirió por parte del Departamento Mantenimiento Industrial de la planta de La Cooperativa Dos Pinos en San Carlos, la realización del diseño de un túnel de lavado. Ver sección de planos.

Este túnel de lavado requerirá un sistema de transmisión de potencia. Éste deberá tener la capacidad de mover un mecanismo que sirva como medio transportador de los moldes. El objetivo es que los moldes puedan ser alimentados en un extremo de la máquina por un operario, serán transportados a través de los cinco módulos de la máquina y saldrán por el otro extremo ya lavados, donde otro operario se encargará de acomodarlos en el lugar correspondiente. El procedimiento de lavado será una combinación de métodos físicos y químicos, durante el cual se efectuará la aplicación de agua pulverizada a baja presión pero un alto volumen.

En el primer módulo se efectuará el preenjuague de los moldes. En esta primera etapa se pretende quitar toda o la mayoría de la fase sólida que traen los moldes luego del proceso de prensado del queso, compuesta por pequeños trozos de queso que quedan adheridos a la superficie del molde.

El preenjuague se llevará a cabo con agua a temperatura ambiente y una presión de 552 kPa (80 psi). Será pulverizada mediante boquillas de aspersion y un sistema de bombeo, teniendo además, la posibilidad de recircular dicha agua. Con este sistema se tendría la posibilidad de recoger todos los desechos sólidos para disponerlos en un lugar adecuado.

En el segundo módulo se hará el ablandado y enjabonado de los moldes de acero inoxidable. Se realizará la aplicación de agua a 60°C y una presión de 552 kPa (80 psi) mediante boquillas pulverizadoras y un sistema de bombeo. Esta agua estará mezclada con una formulación de detergente de la empresa ECOLAB llamado PRINCIPAL. En este módulo también se tendrá la posibilidad de recircular el agua.

En la tercera etapa habrá una zona de transición. En ésta pretende que el molde esté en un área neutra, para evitar el paso de líquidos de un módulo a otro, impidiendo así la mezcla del agua entre los depósitos de enjabonado y el de aclarado.

En el cuarto módulo se realizará el aclarado de los moldes, para esto es preciso inyectar agua a 60 °C y una presión de 690 kPa (100 psi), mediante el empleo de boquillas pulverizadoras y un sistema de bombeo. Esto permitirá eliminar todos o la mayoría de los residuos de detergente y contaminantes que el molde todavía pueda tener. En esta etapa de igual manera se dará la posibilidad de recircular el agua de aclarado.

En la quinta etapa se ejecutará un enjuague final de los moldes. Para ello se utilizarán chorros de agua a temperatura ambiente y a la presión que ofrece el sistema de alimentación de agua, la cual se estimó será de 414 kPa (60 psi). Esta agua también será pulverizada con boquillas. El enjuague debe permitir que los moldes queden en perfecto estado de limpieza y listos para ser desinfectados y usados otra vez en el proceso.

2.7.2 Sistema de aplicación de agua a presión.

Para realizar la aplicación de agua a presión sobre los moldes, se requiere un sistema que no sea muy complejo, barato y que no requiera muchos recursos y tiempo de mantenimiento. Por lo tanto, se tomó la decisión de aplicar el agua a los moldes mediante el empleo de boquillas pulverizadoras.

2.7.2.1 Selección del material de la boquilla.

La selección del material de la boquilla es extremadamente importante, pues afecta directamente la vida de la boquilla y las condiciones higiénicas de funcionamiento de ésta. En el caso en estudio se requiere que las boquillas estén fabricadas de un material resistente a la corrosión, a la abrasión que causa el flujo de agua a presión, al uso diario con una vida útil larga, que puedan ser usadas con agua a una temperatura de 60°C y además sean resistentes al contacto con materiales de naturaleza jabonosa.

En el mercado se pueden encontrar boquillas de muy diversos materiales tales como: cobre, acero, bronce, acero inoxidable y compuestos poliméricos como el pvc y el nylon entre otros.

En este caso, por tratarse de una industria alimenticia, se debe trabajar con un material que sea totalmente sanitario.

Por lo tanto, después de haber analizado todas estas necesidades, se decidió utilizar boquillas construidas de acero inoxidable.

2.7.2.2 Parámetros funcionales por tomar en cuenta para la selección de la boquilla.

A la hora de seleccionar una boquilla es necesario tomar en cuenta varios parámetros que pueden afectar el buen funcionamiento, pues éstas se diseñan para condiciones y usos específicos. Por lo tanto, es importante conocer:

- a. El uso específico:** Las boquillas que se encuentran en el mercado se fabrican pensando en la función específica que van a tener dentro del proceso donde se van a utilizar. De esta manera se tienen boquillas para pintar, lavar superficies, eliminar residuos, lavar tanques, aplicar productos químicos, para procesos de combustión, transferir calor y muchas otras aplicaciones.
- b. El caudal que debe suplir la boquilla:** Es muy importante a la hora de seleccionar la boquilla conocer el caudal que se necesita para realizar la operación.
- c. La presión de trabajo:** Se debe tomar en cuenta la presión que se desea en la boquilla, existe una gran variedad de presiones, las cuales pueden ser usadas para lavar superficies según sea la suciedad o elemento que se desee eliminar.
- d. Tipo de chorro:** El tipo de chorro que debe usarse dependerá de la tarea por realizar con la boquilla. Algunos tipos de chorro que se pueden encontrar son:

- **Abanico o plano:** Estas boquillas forman un chorro con un determinado caudal y ángulo de aspersión, pudiendo ser las improntas tipo elípticas o uniformes, con tamaños de gotas medianas y poseer una alta velocidad de impacto por unidad de superficie.

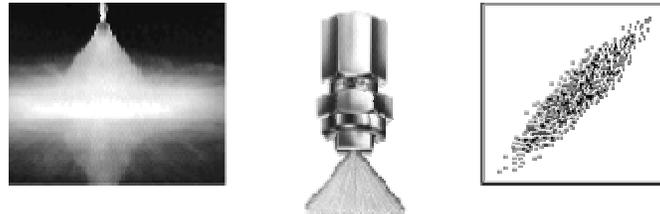


Figura 2.1 Boquilla con chorro en abanico o plano.

Fuente: Spray System Co.

- **Cono hueco:** producen tamaños de gotas más pequeñas, con una baja fuerza de impacto, siendo la impronta tipo anillo (no pulverizando en el centro), con ángulos de aspersión normales a extra anchos.



Figura 2.2 Boquilla con chorro de cono hueco.

Fuente: Spray System Co.

- **Cono lleno:** éstas tienen mayores tamaños de gotas producen con índices de caudales elevados, formando una impronta redonda, rociando todo el interior.



Figura 2.3 Boquilla de chorro de cono lleno

Fuente: Spray System Co.

- **De chorro sólido:** tienen mayor fuerza de impacto por unidad de superficie. Se puede seleccionar bajos y altos caudales de aspersion, con ángulos de 0°.



Figura 2.4 Boquilla de chorro sólido.

Fuente: Spray System Co.

- e. **El ángulo del chorro:** El ángulo de salida de líquido de la boquilla es muy importante para la selección de ésta. El ángulo permite determinar la distancia a la cual va a estar ubicado el chorro, además la cobertura que va a tener en la superficie donde se está limpiando.
- f. **Características del chorro:** La características que presenta el chorro están en función principalmente del ángulo de apertura y de la distancia deseada desde la salida de la boquilla a la superficie que se necesita lavar.

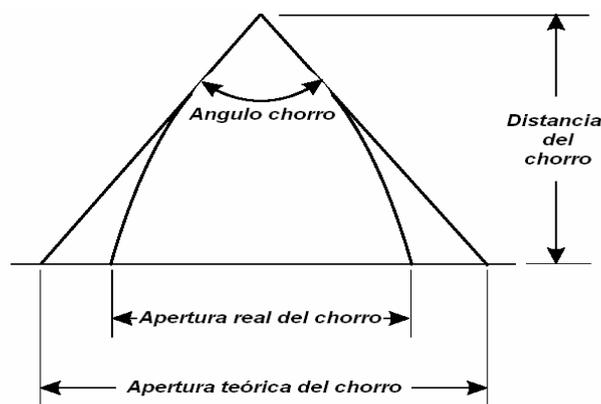


Figura 2.5 Características del chorro en las boquillas pulverizadoras.

Fuente: Spray System Co.

2.7.2.3 Boquillas seleccionadas para cada módulo.

El Manual Industrial de Boquillas (60B) de Spraying Systems Co. recomienda usar boquillas de chorro abanico o plano para realizar las operaciones de limpieza de superficies. Por lo tanto, en cada módulo se utilizarán boquillas con un mismo tipo de chorro. El tipo de boquilla seleccionado corresponde a la VeeJeet H-U.



Figura 2.6 Boquilla VeeJeet de chorro plano y tipo H-U que se utilizará en el diseño.

Fuente: Spray System Co.

2.7.2.4 Cálculo de la cobertura de las boquillas.

Para realizar el cálculo de cobertura de cada boquilla se necesita conocer dos parámetros, a saber: distancia desde la punta de la boquilla hasta la superficie por lavar y el ángulo de apertura del chorro. A partir de aquí y con la ayuda de relaciones trigonométricas se puede determinar la superficie teórica que puede cubrir cada boquilla.

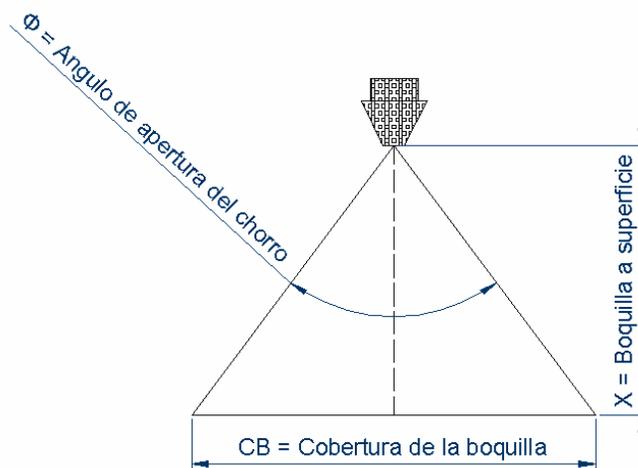


Figura 2.7 Dimensiones del chorro que deben conocerse para calcular la cobertura.

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

✓ **Cobertura superior e inferior del molde.**

La superficie superior e inferior del molde necesita una cobertura de 36 cm. Se desea que las puntas de las boquillas estén ubicadas a 9 cm de la superficie del molde.

Tomando en cuenta estos dos factores y seleccionando una boquilla con un ángulo de 95°, se puede calcular la cobertura de la boquilla como se muestra:

$$CB = X \cdot \tan\left(\frac{\Phi}{2}\right) = 9 \cdot \tan\left(\frac{95}{2}\right) = 9,82\text{cm}$$

Por lo tanto, la boquilla tendrá una cobertura total de 19,64 cm, esto conduce a que sean necesarias dos boquillas para realizar el lavado superior y dos más para el lavado inferior del molde.

✓ **Cobertura lateral del molde.**

Para realizar el cálculo de cobertura del costado del molde, se conoce que la amplitud de éste es de 8 cm, la boquilla estará a 9 cm del molde y se desea utilizar una boquilla con 50° de apertura del chorro, por lo tanto se tiene que:

$$CB = X \cdot \tan\left(\frac{\Phi}{2}\right) = 9 \cdot \tan\left(\frac{50}{2}\right) = 4,20\text{cm}$$

Así la boquilla tendrá una cobertura total de 8.40 cm, esto conduce a que sea necesaria una boquilla para realizar el lavado lateral del molde.

En la tabla 2.1 se muestran las características de las boquillas para cada módulo de la máquina, los datos fueron tomados de las tablas de selección que se muestran en el anexo #2.

Tabla 2.1 Características de las boquillas para cada uno de los módulos.

Módulo	# de boquillas	Posición de lavado	Angulo chorro (°)	Φ conexión boquilla (pulg)	Φ del orificio (pulg)	Capacidad (gpm)	Presión de trabajo (psi)	Material
Preenjuague	8	Arriba y abajo	95	1/2	0.133	4.2	80	Acero Inoxidable
	4	Lateral	50	1/2	0.133	4.2	80	Acero Inoxidable
Ablandado y enjabonado	12	Arriba y abajo	95	1/2	0.133	4.2	80	Acero Inoxidable
	6	Lateral	50	1/2	0.133	4.2	80	Acero Inoxidable
Aclarado	12	Arriba y abajo	95	3/8	0.133	3.2	100	Acero Inoxidable
	6	Lateral	50	3/8	0.133	3.2	100	Acero Inoxidable
Enjuague	8	Arriba y abajo	95	3/8	0.109	2.5	de planta	Acero Inoxidable
	4	Lateral	50	3/8	0.109	2.5	de planta	Acero Inoxidable

Nota: El símbolo Φ hace alusión al diámetro de un elemento.

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

2.7.2.5 Accesorios para el montaje.

Para realizar el montaje de todas las boquillas, se recomienda emplear el cuerpo con conector orientable que se muestra en el Anexo #1.

Con este tipo de accesorio se podrá dar el ajuste correcto a la boquilla en la máquina de lavado, dado que, tiene la posibilidad de girarse hasta 50°, con eso se conseguirá obtener el área de cobertura e inclinación del chorro adecuados.

2.7.3 Cálculo de caudales en los anillos de lavado.

Todos los anillos de lavado serán fabricados siguiendo el esquema que se muestra en la figura 2.8. En cada anillo de lavado se tendrá un total de 6 boquillas.

Estas boquillas deben cumplir con las características que antes se mencionaron según sea el módulo en donde estén ubicadas.

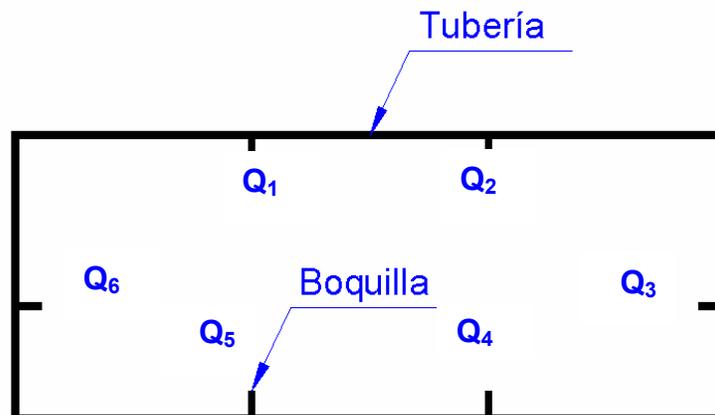


Figura 2.8 Esquema de montaje para los anillos de lavado de cada módulo de la máquina.

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

2.7.3.1 Anillo del Módulo de Preenjuague.

En el módulo de Preenjuague se tiene:

- ✓ Un total de 6 boquillas.
- ✓ El caudal en cada boquilla será de 4,2 galones por minuto.

Para determinar el caudal en el anillo de preenjuague, se hace una sumatoria de los caudales en cada una de las boquillas, esto es:

$$Q_{\text{Anillo}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 = 6 \cdot Q_{\text{Boquilla}}$$

$$Q_{\text{Anillo}} = 4,2 + 4,2 + 4,2 + 4,2 + 4,2 + 4,2 = 6 \cdot 4,2 = 25,2 \text{ gal/min.}$$

2.7.3.2 Anillo del módulo de Ablandado y Enjabonado.

En el módulo de Ablandado y Enjabonado se tiene:

- ✓ Un total de 6 boquillas.
- ✓ El caudal en cada boquilla será de 4,2 galones por minuto.

Para determinar el caudal en el anillo de Ablandado y Enjabonado, se hace una sumatoria de los caudales en cada una de las boquillas, esto es:

$$Q_{\text{Anillo}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 = 6 \cdot Q_{\text{Boquilla}}$$
$$Q_{\text{Anillo}} = 4,2 + 4,2 + 4,2 + 4,2 + 4,2 + 4,2 = 6 \cdot 4,2 = 25,2 \text{ gal/min.}$$

2.7.3.3 Anillo del Módulo de Aclarado.

En el módulo de Aclarado se tiene:

- ✓ Un total de 6 boquillas.
- ✓ El caudal en cada boquilla será de 3,2 galones por minuto.

Para determinar el caudal en el anillo de Aclarado, se hace una sumatoria de los caudales en cada una de las boquillas, esto es:

$$Q_{\text{Anillo}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 = 6 \cdot Q_{\text{Boquilla}}$$
$$Q_{\text{Anillo}} = 3,2 + 3,2 + 3,2 + 3,2 + 3,2 + 3,2 = 6 \cdot 3,2 = 19,2 \text{ gal/min.}$$

2.7.3.4 Anillo del módulo de Enjuague.

En el módulo de Enjuague se tiene:

- ✓ Un total de 6 boquillas.
- ✓ El caudal en cada boquilla será de 2,5 galones por minuto.

Para determinar el caudal en el anillo de Aclarado, se hace una sumatoria de los caudales en cada una de las boquillas, esto es:

$$Q_{\text{Anillo}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 = 6 \cdot Q_{\text{Boquilla}}$$
$$Q_{\text{Anillo}} = 2,5 + 2,5 + 2,5 + 2,5 + 2,5 + 2,5 = 6 \cdot 2,5 = 15,0 \text{ gal/min.}$$

Tabla 2.2 Caudal en el anillo de cada uno de los módulos de la máquina lavadora de moldes.

Módulo	Número de boquillas	Caudal en el anillo (gal/min)	Presión de trabajo (psi)
Preenjuague	12	25,2	80
Ablandado y enjabonado	18	25,2	80
Aclarado	18	19,2	100
Enjuague	12	15,0	de planta

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

2.7.4 Diseño y selección del sistema de tuberías.

El diseño del sistema de conductos o tuberías para llevar el agua hacia las boquillas influye en la mayor o menor facilidad de bombeo y en el costo. El sistema de conductos debe diseñarse de modo que minimice la energía para el bombeo.

La velocidad de flujo del líquido, la elevación vertical y el aumento de la presión por superar, suelen ser fijas. Sin embargo, los costos energéticos derivados de la fricción y las pérdidas por golpes, a medida que los fluidos bombean a través de las tuberías y los accesorios (válvulas, codos, etc.) se ven afectados por el diseño del sistema de conductos, pueden reducirse mediante una selección cuidadosa de los componentes para minimizar estas pérdidas. En el diseño del sistema de conductos, se tomaron en cuenta algunos aspectos importantes para minimizar las pérdidas de energía, a saber:

- a.** Se acortó, en la medida de lo posible, la longitud total de las tuberías.
- b.** Se mantuvo constante el diámetro de la tubería en toda la longitud del sistema. Cuando fueron inevitables los cambios, se optó por el uso de reducciones.
- c.** Se redujo al mínimo el número de accesorios que se incorporaron al recorrido del agua bombeada.

El material de fabricación de la tubería debe permitir el transporte del agua de manera que cumpla con los estándares de higiene requeridos por el proceso productivo. Por lo tanto, para el armado de todo el sistema de distribución de agua se utilizará tubería de acero inoxidable 304 ó 316.

Otro aspecto por tomar en cuenta a la hora de elegir la tubería es la cédula. Para elegir la cédula se debe prever la presión a la cual va a estar sometida la tubería. Posteriormente, a partir de ese parámetro, se puede evaluar el precio y el peso que conllevaría la selección de una u otra.

En este caso se trabajará con presiones bastante bajas, por lo tanto se utilizará tubería con cédula 10, la cual resulta más barata y liviana que una tubería con cédula 40 con las mismas características.

2.7.5 Cálculo del diámetro de la tubería.

Para realizar el cálculo de los diámetros de las tuberías es necesario conocer el caudal (Q) por transportar en metros cúbicos por segundo y la velocidad del agua (V) en metros por segundo. Para cuantificar el diámetro de la tubería (Φ) que se debe instalar se usa la siguiente relación:

$$\Phi = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$$

La velocidad del fluido está normada por el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones. En la versión de 1996, se recomienda que las velocidades utilizadas para el cálculo de tuberías en la succión y descarga de bombas han de estar entre 1,20 m/s y 2,10 m/s.

En la tabla 2.3 se muestran las velocidades recomendadas para diferentes tipos de servicio de las tuberías.

Tabla 2.3 Velocidades recomendadas para el cálculo de tuberías que transportan agua.

Servicio	Velocidad (m/s)
Alimentación de calderas	2,4 a 4,6
Succión y descarga de bombas	1,2 a 2,1
Servicios generales	1,2 a 3
Distribución de agua potable	<= 2,1

Fuente: Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones.

2.7.5.1 Cálculo del diámetro de la tubería en el módulo de Preenjuague.

Para el anillo del módulo de Preenjuague se tiene:

- ✓ El caudal que debe circular por el anillo: $1,58 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- ✓ La velocidad del fluido deseada: 2 m/s.

El diámetro de la tubería del anillo será:

$$\Phi_{\text{Anillo 1}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,58 \times 10^{-3}}{\pi \cdot 2}} = 38,81 \text{ mm.}$$

Así pues se usará tubería de acero inoxidable, con diámetro nominal de 1 1/4", cédula 10, para el armado del anillo del módulo de Preenjuague.

2.7.5.2 Cálculo del diámetro de la tubería en el módulo de Ablandado y Enjabonado.

Para el anillo del módulo de Ablandado y Enjabonado se tiene:

- ✓ El caudal que debe circular por el anillo: $1,58 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- ✓ La velocidad del fluido deseada: 2 m/s.

El diámetro de la tubería del anillo será:

$$\Phi_{\text{Anillo 2}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,58 \times 10^{-3}}{\pi \cdot 2}} = 38,81 \text{ mm.}$$

Por lo tanto, se empleará tubería de acero inoxidable, con diámetro nominal de 1 1/4", cédula 10, para el armado del anillo del módulo de Ablandado y Enjabonado.

2.7.5.3 Cálculo del diámetro de la tubería en el módulo de Aclarado.

Para el anillo del módulo de Aclarado se contempla:

- ✓ El caudal que debe circular por el anillo: $1,21 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- ✓ La velocidad del fluido deseada: 2 m/s.

El diámetro de la tubería del anillo se calcula::

$$\Phi_{\text{Anillo 3}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,21 \times 10^{-3}}{\pi \cdot 2}} = 27,77 \text{ mm.}$$

Por ello se utilizará tubería de acero inoxidable, con diámetro nominal de 1", cédula 10 para el armado del anillo del módulo de Aclarado.

2.7.5.4 Cálculo del diámetro de la tubería en el módulo de Enjuague.

Para el anillo del módulo de Enjuague se tiene:

- ✓ El caudal por circular en el anillo: $9,46 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$.
- ✓ La velocidad del fluido deseada: 2 m/s.

El diámetro de la tubería del anillo será:

$$\Phi_{\text{Anillo 4}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9,46 \times 10^{-4}}{\pi \cdot 2}} = 24,54 \text{ mm.}$$

Por lo tanto, se usará tubería de acero inoxidable, con diámetro nominal de 1", cédula 10, para el armado del anillo del módulo de Enjuague.

Tabla 2.4 Diámetro de la tubería para los diferentes anillos de cada uno de los módulos.

Módulo	Diámetro nominal de la tubería (pulg)	Caudal en el anillo (gal/min)	Presión de trabajo (psi)
Preenjuague	1 ¼	25,2	80
Ablandado y enjabonado	1 ¼	25,2	80
Aclarado	1	19,2	100
Enjuague	1	15,0	de planta

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

2.7.5.5 Cálculo del diámetro de la tubería que alimenta los anillos del módulo de Preenjuague.

En el módulo de Preenjuague se proyecta:

- ✓ El caudal en cada anillo: $1,58 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- ✓ El caudal total en el módulo: $3,16 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- ✓ La velocidad: 2m/s

El diámetro de esta tubería debe ser:

$$\Phi_{\text{Pree}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,16 \times 10^{-3}}{\pi \cdot 2}} = 44,85 \text{ mm.}$$

Así pues se empleará tubería de acero inoxidable, con diámetro nominal de 1 1/2", cédula 10, para alimentar el módulo de Enjuague.

2.7.5.6 Cálculo del diámetro de la tubería que alimenta los anillos del módulo de Ablandado y Enjabonado.

En el módulo de Ablandado y Enjabonado se aprecia:

- ✓ El caudal en cada anillo: $1,58 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- ✓ El caudal total en el módulo: $4,74 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- ✓ La velocidad: 2 m/s.

El diámetro de esta tubería ha de basarse en:

$$\Phi_{\text{Abland}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4,74 \times 10^{-3}}{\pi \cdot 2}} = 54,93 \text{ mm.}$$

Por el, se usará tubería de acero inoxidable, con diámetro nominal de 2", cédula 10, para alimentar el módulo de Ablandado y Enjabonado.

2.7.5.7 Cálculo del diámetro de la tubería que alimenta los anillos del módulo de Aclarado.

En el módulo de Aclarado se tiene:

- ✓ El caudal en cada anillo será de $1,21 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- ✓ El caudal total en el módulo será de $3,63 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- ✓ La velocidad será de 2m/s

El diámetro de esta tubería debe ser:

$$\Phi_{\text{Aclar}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,63 \times 10^{-3}}{\pi \cdot 2}} = 48,07 \text{ mm.}$$

Por lo tanto, se utilizará tubería de acero inoxidable, con diámetro nominal de 1 1/2", cédula 10, para alimentar el módulo de Aclarado.

2.7.5.8 Cálculo del diámetro de la tubería que alimenta los anillos del módulo de Enjuague.

En el módulo de Enjuague se observa:

- ✓ El caudal en cada anillo será de $9,46 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$.
- ✓ El caudal total en el módulo será de $1,89 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- ✓ La velocidad será de 2m/s

El diámetro de esta tubería se indicará así:

$$\Phi_{\text{Enjua}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,89 \times 10^{-3}}{\pi \cdot 2}} = 34,71 \text{ mm.}$$

Entonces, se usará tubería de acero inoxidable, con diámetro nominal de 1 1/4", cédula 10, para alimentar el módulo de Enjuague.

2.7.6 Cálculo de necesidades y selección de la bomba para cada módulo.

La bomba es el corazón del proceso de transferencia del fluido. Si no está adecuadamente calculada y seleccionada, la operación de bombeo puede ser ineficiente.

Entre los factores que se tomaron en cuenta a la hora de seleccionar la bomba, se encuentran:

- ✓ El flujo volumétrico (caudal) de líquido por bombear.

✓ La carga total del sistema contra la cual se va a bombear el líquido. La carga está determinada por la combinación de diversos factores:

- a.** La velocidad del líquido en el sistema de tuberías al funcionar con el caudal preciso.
- b.** La elevación vertical precisa (altura geométrica).
- c.** La presión del sistema (ruta crítica).
- d.** Las pérdidas de energía por fricción y choque.

Para determinar la ruta crítica se debe analizar cada uno de los ramales del sistema de alimentación, determinar la presión mínima requerida en cada punto y la altura geométrica mayor. La mayor sumatoria de estos dos parámetros para cada uno de los ramales va a dar como resultado la ruta crítica del sistema.

Posteriormente, se debe realizar un análisis de la ruta crítica, de tal manera que se pueda determinar la presión mínima por requerir en esta ruta. La presión mínima de la ruta crítica va a ser igual a la sumatoria de las caídas de presión en las tuberías, la presión mínima requerida por el sistema y las caídas de presión en accesorios. Las caídas de presión en los accesorios corresponden a un porcentaje que queda sujeto al criterio del diseñador.

Para realizar el cálculo de las pérdidas en las tuberías, el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones de 1996, recomienda utilizar la fórmula de Hazen-Williams, la cual se muestra a continuación.

$$h_f = \frac{10,675 \cdot (Q/C)^{1,85} \cdot L}{D^{4,87}}$$

- En donde:
- h_f = Pérdidas de carga (mca)
 - L = Longitud de la tubería (m).
 - D = Diámetro de la tubería (m).
 - Q = Caudal en la tubería (m³/s).
 - C = Coeficiente de Hazen-Williams (C) del material.

El coeficiente de Hazen-Williams (C) para el acero inoxidable nuevo se estimó en 150 de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes, los cuales se muestran a continuación.

Tabla 2.5 Valores del Coeficiente de Hazen- Williams (C) para distintos materiales.

Material	C	Material	C
Asbestos	140	Cobre	130 - 140
Bronce	130 -140	Hierro Galvanizado	120
Ladrillos	100	Vidrio	140
Hierro colado		Plomo	130 - 140
Nuevo	130	Plástico	140 - 150
Con 10 años de uso	107 – 113	Acero	
Con 20 años de uso	89 – 100	Al carbono	145 - 150
Con 30 años de uso	75 – 90	Inoxidable	140 - 150
Con 40 años de uso	64 – 83	Forjado	110

Fuente: Datos de fabricante de tuberías.

Cuando ya se han cuantificado todas las pérdidas en las tuberías, se procede a calcular la presión total que debe proporcionar la bomba (H_T).

$$H_T = H_{TD} - H_{TS}$$

En donde:

H_{TD} = Presión total en la descarga (mca).

H_{TS} = Presión total en la succión (mca).

La presión total en la descarga se calcula a partir de:

$$H_{TD} = H_{ED} + H_{DD} = h_f + h_g + h_{\min} + h_{\text{din}}$$

La presión total en la succión se deduce a partir de:

$$H_{TS} = H_{ES} + H_{DS} = h_f + h_g + h_{\text{din}}$$

En donde:

H_{ED} = Presión estática de descarga (mca).

H_{DD} = Presión dinámica de descarga (mca).

H_{ES} = Presión estática de succión (mca).

H_{DS} = Presión dinámica de succión (mca).

h_f = Pérdidas de carga en las tuberías (mca).

h_g = Altura geométrica máxima requerida en los equipos (mca).

h_{min} = Presión mínima requerida del equipo (mca).

h_{din} = Presión dinámica del sistema (mca).

2.7.6.1 Cálculo y selección de la bomba que se instalará en el módulo de Preenjuague.

Primero se procede a evaluar la ruta crítica en este módulo. Como los anillos de lavado tienen las mismas condiciones y características constructivas, se puede elegir cualquiera como ruta crítica.

Además:

- ✓ La presión mínima requerida: 80 psi.
- ✓ La altura geométrica máxima: 1 m.
- ✓ El diámetro de la tubería del anillo: 38,52 mm.
- ✓ El diámetro de la tubería de alimentación: 44,85 mm.
- ✓ El caudal en el anillo: $1,58 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- ✓ El caudal en el módulo: $3,16 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- ✓ La velocidad: 2 m/s.

Las pérdidas en el anillo $h_{f AP}$ serán de:

$$h_{f AP} = \frac{10,675 \cdot (1,58 \times 10^{-3} / 150)^{1,85} \cdot 0,67}{(38,52 \times 10^{-3})^{4,87}} = 0,0342 \text{ mca}$$

Las pérdidas en la tubería de alimentación $h_{f\ TA}$:

$$h_{f\ TA} = \frac{10,675 \cdot (3,16 \times 10^{-3} / 150)^{1,85} \cdot 1,96}{(44,85 \times 10^{-3})^{4,87}} = 0,172 \text{ mca}$$

Las pérdidas totales $h_{f\ TP}$:

$$h_{f\ TPD} = h_{f\ AP} + h_{f\ TA} = 0,0342 + 0,172 = 0,2062 \text{ mca}$$

Ahora, se calcula la presión total en la descarga con:

$$H_{TD} = h_{f\ TP} + h_g + h_{min} + h_{din}$$

✓ $h_{f\ TP} = 0,2062 \text{ mca.}$

✓ $h_g = 1 \text{ mca.}$

✓ $h_{min} = 56,302 \text{ mca.}$

✓ $h_{din} = \frac{V^2 \cdot \rho}{2} = \frac{2^2 \cdot 998}{2} = 1996 \text{ Pa} = 0,203 \text{ mca.}$

- ✓ Para realizar el cálculo de pérdidas en los accesorios se tomó como criterio un 10% de la caída de presión en la tubería, por lo tanto se tiene un valor de 0,0206 mca.

$$H_{TD} = (0,2062 + 0,0206) + 1 + 56,302 + 0,203 = 57,732 \text{ mca}$$

Se procede a calcular la presión total en la succión con:

$$H_{TD} = h_{f\ TP} + h_g + h_{din}$$

- ✓ Para realizar el cálculo de las pérdidas en la tubería de succión, se utiliza el criterio de longitud equivalente, en el cual la pérdida en cada accesorio se transforma en un tramo de tubería recta para que pueda ser introducida en la Fórmula de Hazen-Williams. En la tabla 2.6 se muestran los valores de longitud equivalente para codos con diferentes características. En la succión se tienen un par de codos de 90° de radio corto, que se transforman en 16 m de longitud equivalente y 1 m de tubería adicional más en la succión. Las pérdidas son:

$$h_{f \text{ TAS}} = \frac{10,675 \cdot (3,16 \times 10^{-3} / 150)^{1,85} \cdot 17}{(44,85 \times 10^{-3})^{4,87}} = 1,491 \text{ mca}$$

Tabla 2.6 Longitudes equivalentes de tubería para codos de diferentes características.

Tipo de codo	Longitud equivalente en metros de tubería
Radio Largo a 45°	5,6
Radio Corto a 45°	8,0
Radio Largo a 90°	9,0
Radio Corto a 90°	12,5
Radio Largo a 180°	12,21
Radio Corto a 180°	16,9

Fuente: Datos proporcionado por el fabricante.

- ✓ $h_{f \text{ TAS}} = 1,491 \text{ mca.}$
- ✓ $h_g = 0,5 \text{ mca.}$
- ✓ $h_{\text{din}} = 0,203 \text{ mca.}$

$$H_{\text{TS}} = -(1,491 + 0,5 + 0,203) = -2,194 \text{ mca}$$

Por ell, la presión que debe entregar la bomba será de:

$$H_T = H_{\text{TD}} - H_{\text{TS}} = 57,732 - (-2,194) = 59,926 \text{ mca} \approx 60 \text{ mca} \approx 86 \text{ psi} \approx 198 \text{ pca}$$

El caudal que debe proporcionar será de:

$$Q_{\text{Bomba}} = 3,16 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \approx 50 \text{ gpm} \approx 190 \text{ lpm}$$

Para el cálculo del NPSH disponible se tiene que:

- ✓ La presión atmosférica (h_0) en Ciudad Quesada de San Carlos, el cual se encuentra a 600 metros sobre el nivel del mar, es de 9,66 mca. Según se muestra en la tabla 2.7.

Tabla 2.7 Variabilidad de la presión atmosférica con la altitud.

Altitud M	Presión Atmosférica		
	Bar _{ABS}	mca	mm Hg
0	1,012	10,37	759,22
100	1,001	10,25	750,66
200	0,989	10,13	742,10
300	0,978	10,02	733,54
400	0,967	9,90	724,98
500	0,955	9,78	716,42
600	0,944	9,66	707,86
700	0,932	9,55	699,30
800	0,921	9,43	690,74
900	0,910	9,31	682,18
1000	0,898	9,20	673,62
1100	0,887	9,08	665,06
1200	0,875	8,96	656,50
1300	0,865	8,86	648,68
1400	0,854	8,75	640,86
1500	0,844	8,64	633,05
1600	0,834	8,54	625,23
1700	0,823	8,43	617,42
1800	0,813	8,32	609,60
1900	0,802	8,22	601,79
2000	0,792	8,11	593,97

Fuente: Datos proporcionados por el fabricante.

- ✓ La presión de evaporación (h_v) del agua a 20 °C es de 0,250 mca. Según se muestra en la tabla 2.10.
- ✓ La elevación (h) del agua debe ser de 0,5 m.
- ✓ Las pérdidas en la succión (h_s) son de 1,491 mca.

Así pues el NPSH disponible será de:

$$\text{NPSH}_{\text{Disponible}} = (h_o) - (h_v) - (h) - (h_s) = 9,66 - 0,250 - 0,5 - 1,491 = 7,419 \text{ mca}$$

Tabla 2.8 Variabilidad de la presión de evaporación del agua con la temperatura.

Temperatura del agua (°C)	Presión de vapor		
	Bar _{ABS}	mca	mm Hg
20	0,0244	0,250	18,28
25	0,0334	0,342	25,02
30	0,0448	0,459	33,58
35	0,0409	0,419	30,68
40	0,0796	0,815	59,67
50	0,1274	1,305	95,55
60	0,1529	1,566	114,66
70	0,1784	1,827	133,77

Fuente: Datos proporcionados por el fabricante.

Para seleccionar las bombas que se instalarán en cada uno de los módulos de la máquina de lavado, se solicitó a cuatro empresas (ZEBOL S.A., TECNOVAL S.A., NOVATEC y J.F Saravia & Co. S.A), realizar la cotización de éstas.

Después de analizar en cada una de las ofertas aspectos tales como: precio, material de construcción, potencia del motor, diámetros del impulsor, diámetros de succión y de descarga de la bomba, se llegó a la conclusión de utilizar aquellas bombas que cotizó la compañía ZEBOL S.A.

Las características de la bomba del módulo de Preenjuague se muestran a continuación:

- ✓ Bomba centrífuga horizontal, con sello mecánico balanceado tipo externo con elastómeros en Buna-N.
- ✓ Marca: Q-Pumps
- ✓ Modelo: QC-218 MD.
- ✓ Material: Acero Inoxidable 316.
- ✓ Caudal: 50 gpm.
- ✓ Presión: 85 psi.
- ✓ Velocidad de giro: 3500 rpm.
- ✓ Impulsor: abierto de 6,75" de diámetro.
- ✓ Diámetro en la succión: 2"
- ✓ Diámetro en la descarga: 1,5"
- ✓ Motor: eléctrico directamente acoplado a la bomba marca Baldor, lavable, de 7,5 Hp, 230/460 VAC, 3 fases, 60 Hz, 3500 rpm, Washdown Duty.

2.7.6.2 Cálculo y selección de la bomba que se instalará en el módulo de Ablandado y Enjabonado.

Para la elección de la ruta crítica se incluyen los mismos criterios que en el apartado anterior.

Además:

- ✓ La presión mínima requerida: 80 psi.
- ✓ La altura geométrica máxima: 1 m.
- ✓ El diámetro de la tubería del anillo: 38,52 mm.
- ✓ El diámetro de la tubería de alimentación: 54,93 mm.
- ✓ El caudal en el anillo: $1,58 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- ✓ El caudal en el módulo: $4,74 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- ✓ La velocidad: 2 m/s.

Las pérdidas en el anillo $h_{f \text{ AAE}}$:

$$h_{f \text{ AAE}} = \frac{10,675 \cdot (1,58 \times 10^{-3} / 150)^{1,85} \cdot 0,67}{(38,52 \times 10^{-3})^{4,87}} = 0,0342 \text{ mca}$$

Las pérdidas en la tubería de alimentación $h_{f \text{ TAAE}}$:

$$h_{f \text{ TAAE}} = \frac{10,675 \cdot (4,74 \times 10^{-3} / 150)^{1,85} \cdot 1,96}{(54,93 \times 10^{-3})^{4,87}} = 0,136 \text{ mca}$$

Las pérdidas totales $h_{f \text{ TAE}}$:

$$h_{f \text{ TAE}} = h_{f \text{ AAE}} + h_{f \text{ TAAE}} = 0,0342 + 0,136 = 0,1698 \text{ mca}$$

Entonces, se calcula la presión total en la descarga con:

$$H_{TD} = h_{f \text{ TAE}} + h_g + h_{\min} + h_{\text{din}}$$

✓ $h_{f \text{ TAE}} = 0,1698 \text{ mca}$.

✓ $h_g = 1 \text{ mca}$.

✓ $h_{\min} = 56,302 \text{ mca}$.

✓ $h_{\text{din}} = \frac{V^2 \cdot \rho}{2} = \frac{2^2 \cdot 996}{2} = 1992 \text{ Pa} = 0,203 \text{ mca}$.

✓ Para realizar el cálculo de pérdidas en los accesorios, se tomó como criterio un 10% de la caída de presión en la tubería, así se tiene un valor de 0,0169 mca.

$$H_{TD} = (0,1698 + 0,0169) + 1 + 56,302 + 0,203 = 57,692 \text{ mca}$$

Ahora, se procede a calcular la presión total en la succión con:

$$H_{TD} = h_{fTAED} + h_g + h_{din}$$

- ✓ El sistema de succión es igual para todas bombas, se tienen los mismos 17 m de longitud equivalente en este módulo.

$$h_{fTAAES} = \frac{10,675 \cdot (4,74 \times 10^{-3} / 150)^{1,85} \cdot 17}{(54,93 \times 10^{-3})^{4,87}} = 1,176 \text{ mca}$$

- ✓ $h_{fTAAES} = 1,176 \text{ mca.}$
- ✓ $h_g = 0,5 \text{ mca.}$
- ✓ $h_{din} = 0,203 \text{ mca.}$

Entonces:

$$H_{TS} = -(1,176 + 0,5 + 0,203) = -1,879 \text{ mca}$$

Por lo tanto, la presión que debe entregar la bomba será de:

$$H_T = H_{TD} - H_{TS} = 57,692 - (-1,879) = 59,571 \text{ mca} \approx 60 \text{ mca} \approx 86 \text{ psi} \approx 198 \text{ pca}$$

Y el caudal:

$$Q_{Bomba} = 4,74 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \approx 75 \text{ gpm} \approx 285 \text{ lpm}$$

Para el cálculo del NPSH disponible se tiene que:

- ✓ La presión atmosférica (h_0) en Ciudad Quesada de San Carlos, que se encuentra a 600 metros sobre el nivel del mar: 9,66 mca.
- ✓ La presión de evaporación (h_v) del agua a 60 °C: 1,320 mca.
- ✓ La elevación (h) del agua: 0,5 m.
- ✓ Las pérdidas en la succión (h_s): 1,176 mca.

Por lo tanto, el NPSH disponible será de:

$$\text{NPSH}_{\text{Disponible}} = (h_o) - (h_v) - (h) - (h_s) = 9,66 - 1,320 - 0,5 - 1,176 = 6,664 \text{ mca}$$

Por consiguiente, para el módulo de Ablandado y Enjabonado las características de la bomba se muestran a continuación.

- ✓ Bomba centrífuga horizontal, con sello mecánico balanceado tipo externo con elastómeros en Buna-N.
- ✓ Marca: Q-Pumps
- ✓ Modelo: QC-218 MD.
- ✓ Material: Acero Inoxidable 316.
- ✓ Caudal: 75 gpm.
- ✓ Presión: 86 psi.
- ✓ Velocidad de giro: 3500 rpm.
- ✓ Impulsor: abierto de 6,75" de diámetro.
- ✓ Diámetro en la succión: 2"
- ✓ Diámetro en la descarga: 1,5"
- ✓ Motor: eléctrico directamente acoplado a la bomba marca Baldor, lavable, de 10 Hp, 230/460 VAC, 3 fases, 60 Hz, 3500 rpm, Washdown Duty.

2.7.6.3 Cálculo y selección de la bomba que se instalará en el módulo de Aclarado.

Al hacer la elección de la ruta crítica se tomaron en cuenta las mismas razones que en apartado anterior.

Además:

- ✓ La presión mínima requerida: 100 psi.

- ✓ La altura geométrica máxima: 1 m.
- ✓ El diámetro de la tubería del anillo: 27,77 mm.
- ✓ El diámetro de la tubería de alimentación: 48,07 mm.
- ✓ El caudal en el anillo: $1,21 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- ✓ El caudal en el módulo: $3,63 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- ✓ La velocidad: 2 m/s.

Las pérdidas en el anillo $h_{f \text{ AA}}$:

$$h_{f \text{ AA}} = \frac{10,675 \cdot (1,21 \times 10^{-3} / 150)^{1,85} \cdot 0,67}{(27,77 \times 10^{-3})^{4,87}} = 0,1027 \text{ mca}$$

Las pérdidas en la tubería de alimentación $h_{f \text{ TAA}}$:

$$h_{f \text{ TAA}} = \frac{10,675 \cdot (3,63 \times 10^{-3} / 150)^{1,85} \cdot 1,96}{(48,07 \times 10^{-3})^{4,87}} = 0,1585 \text{ mca}$$

Las pérdidas totales $h_{f \text{ TA}}$ serán:

$$h_{f \text{ TAD}} = h_{f \text{ AA}} + h_{f \text{ TAA}} = 0,1027 + 0,1585 = 0,2612 \text{ mca}$$

Ahora, se calcula la presión total en la descarga con:

$$H_{\text{TD}} = h_{f \text{ TAAD}} + h_g + h_{\text{min}} + h_{\text{din}}$$

$$\checkmark h_{f \text{ TAD}} = 0,2612 \text{ mca.}$$

$$\checkmark h_g = 1 \text{ mca.}$$

$$\checkmark h_{\text{min}} = 70,377 \text{ mca.}$$

$$\checkmark h_{\text{din}} = \frac{V^2 \cdot \rho}{2} = \frac{2^2 \cdot 996}{2} = 1992 \text{ Pa} = 0,203 \text{ mca.}$$

- ✓ Para realizar el cálculo de pérdidas en los accesorios se tomó como criterio un 10% de la caída de presión en la tubería; por lo tanto, se tiene un valor de 0,0261 mca.

$$H_{TD} = (0,2612 + 0,0261) + 1 + 70,377 + 0,203 = 71,867 \text{ mca}$$

Ahora, se procede a considerar la presión total en la succión con:

$$H_{TD} = h_{fTAAD} + h_g + h_{din}$$

- ✓ El sistema de succión es igual para todas bombas, se contemplan los mismos 17 m de longitud equivalente en este módulo.

$$h_{fTAAS} = \frac{10,675 \cdot (3,63 \times 10^{-3} / 150)^{1,85} \cdot 17}{(48,07 \times 10^{-3})^{4,87}} = 1,375 \text{ mca}$$

- ✓ $h_{fTAAS} = 1,375 \text{ mca}$.
- ✓ $h_g = 0,5 \text{ mca}$.
- ✓ $h_{din} = 0,203 \text{ mca}$.

$$H_{TS} = -(1,375 + 0,5 + 0,203) = -2,078 \text{ mca}$$

Entonces, la presión que debe entregar la bomba será de:

$$H_T = H_{TD} - H_{TS} = 71,867 - (-2,078) = 73,945 \text{ mca} \approx 74 \text{ mca} \approx 105 \text{ psi} \approx 243 \text{ pca}$$

El caudal por proporcionar será de:

$$Q_{Bomba} = 4,74 \times 10^{-3} \approx 75 \text{ gpm} \approx 285 \text{ lpm}$$

Para el cálculo del NPSH disponible se tiene que:

- ✓ La presión atmosférica (h_o) en Ciudad Quesada de San Carlos, que se encuentra a 600 metros sobre el nivel del mar: 9,66 mca.
- ✓ La presión de evaporación (h_v) del agua a 60 °C: 1,320 mca.
- ✓ La elevación (h) del agua: 0,5 m.
- ✓ Las pérdidas en la succión (h_s): 1,176 mca.

Así pues el NPSH disponible será de:

$$\text{NPSH}_{\text{Disponible}} = (h_o) - (h_v) - (h) - (h_s) = 9,66 - 1,320 - 0,5 - 1,176 = 6,664 \text{ mca}$$

Por consiguiente, para el módulo de Aclarado las características de la bomba se muestran a continuación.

- ✓ Bomba centrífuga horizontal, con sello mecánico balanceado tipo externo con elastómeros en Buna-N.
- ✓ Marca: Q-Pumps
- ✓ Modelo: QC-218 MD.
- ✓ Material: Acero Inoxidable 316.
- ✓ Caudal: 58 gpm.
- ✓ Presión: 105 psi.
- ✓ Velocidad de giro: 3500 rpm.
- ✓ Impulsor: abierto de 7,25" de diámetro.
- ✓ Diámetro en la succión: 2"
- ✓ Diámetro en la descarga: 1,5"
- ✓ Motor: eléctrico directamente acoplado a la bomba marca Baldor, lavable, de 10 Hp, 230/460 VAC, 3 fases, 60 Hz, 3500 rpm, Washdown Duty.

La fotografía de la bomba modelo QC-218 se muestra en el anexo #9, mientras que las curvas de funcionamiento se exponen en el anexo #10.

2.7.7 Cálculo del sistema calefactor.

Como ya se mencionó previamente, se requiere que el agua de lavado en el módulo de Ablandado y Enjabonado y en el módulo de Aclarado esté caliente. Por esta razón es necesaria la utilización de un sistema de calefacción para ambos módulos.

Se analizaron varias opciones posibles, como usar un mezclador de agua vapor, un calentador de tipo externo y algunas otras posibilidades de calentamiento. Después de realizar el proceso de análisis, la opción que resultó más apta para la aplicación específica de la máquina fue diseñar un serpentín sumergido en el tanque de recirculación del agua de lavado.

Este sistema brinda algunas ventajas con respecto de otros tales como: es de fácil construcción, el montaje es muy simple, es un dispositivo barato, permite tener un control de temperatura muy sencillo y preciso, es un método rápido de calefacción. Aunado a estas ventajas, el serpentín también permite tener un excelente control sobre la calidad del agua de lavado, debido a que, en ningún momento el vapor entra en contacto directo con ella.

Esta ventaja fue una de las principales razones para la elección del sistema de serpentín sumergido, pues el proceso de lavado de los moldes requiere agua con el mayor grado de limpieza posible. El serpentín sumergido tiene como desventaja ser menos eficiente que otros sistemas, los cuales calientan el agua en forma directa, esto porque el dispositivo debe calentar todo un volumen de agua en el inicio del proceso, para que ésta pueda alcanzar la temperatura de trabajo que la máquina de lavado requiere.

2.7.7.1 Cálculo y especificaciones de los serpentines de calentamiento.

Para la construcción de los serpentines que se sumergirán en los depósitos de recirculación de agua, se deberá utilizar un material que sea totalmente sanitario y cumpla con normativas exigidas por el proceso de producción de queso.

En este caso se empleará como material de fabricación tubería de acero inoxidable AISI 304 y cédula 40. Las propiedades de la tubería se muestran en la tabla 2.9.

Tabla 2.9 Propiedades del acero inoxidable AISI 304.

Propiedad	Unidades	Valor
Densidad (ρ)	Kg/m ³	7900
Calor específico (C_p)	J/kg·K	477
Conductividad (k)	W/m·K	14,9

Fuente: J.P. Holman .

Para realizar el diseño del sistema de calentamiento de agua, se tomaron las siguientes consideraciones:

- a. Para procesos de transferencia de calor, la teoría recomienda emplear valores de presión para el vapor que se encuentren entre 45 psi y 60 psi⁴, con el fin de no manejar grandes presiones y altas temperaturas que fatiguen el equipo de calentamiento. Como criterio de diseño se tomó la decisión de trabajar el vapor a 60 psi. A esta presión el vapor presenta las propiedades que se exponen en la tabla 2.10.

Tabla 2.10 Propiedades del vapor a una presión de 60 psi.

Propiedad	Unidades	Valor
Densidad (ρ) ³	Kg/m ³	0,0281
Calor específico (C_p)	J/kg·K	1996,37
Conductividad (k)	W/m·K	0,0281
Temperatura (T)	°C	152,78
Viscosidad dinámica (μ)	Kg/m·s	3,95X10 ⁻⁴
Número de Prandtl (Pr)	Adimensional	1,024

Fuente: J.P. Holman .

- b. La cantidad de agua por calentar está dada por la capacidad del tanque de almacenamiento. Para los dos módulos que requieren calefacción el volumen del tanque es 0,42 m³ (420 litros), debido a que tienen 1,4 metros de largo, 1 metro de ancho y una altura de 0,3 metros.

⁴ Armstrong. Solution Source for Steam, Air and Hot Water Systems, 2004.

- c. La tubería que utilizará en la fabricación del serpentín tendrá un largo máximo de un metro, debido a las limitaciones de espacio que presentan los depósitos del agua de lavado en ambos módulos.
 - d. En cuanto a la velocidad del vapor en la tubería para sistemas de calefacción, la teoría recomienda una velocidad media de 15 m/s⁵.
 - e. Se estimó que el agua por utilizar en el lavado estará inicialmente a 22 °C.
 - f. En estos módulos se debe elevar la temperatura del agua hasta los 60 °C.
 - g. La máquina lavadora de moldes tendrá dos condiciones de trabajo: una en el arranque y la otra en operación nominal.
- **Cálculo de los parámetros funcionales para el arranque.**

Primero se necesita cuantificar la masa de agua que se desea llevar desde los 22 °C hasta los 60 °C. La masa (m) es el resultado de multiplicar el volumen de agua por calentar (V) por la densidad del agua (ρ) a 22 °C. El valor de esta densidad es 997,14 kg/m³, por lo tanto:

$$m = V \cdot \rho = 0,42 \cdot 997,14 = 418,80 \text{ kg de agua.}$$

Posteriormente se procede a calcular la energía necesaria que debe agregarse al agua para conseguir la elevación de temperatura planteada. La energía necesaria (E_{nec}) es igual al producto de la masa del agua (m) por el calor específico (C_p) del agua a 22 °C (4179 J/kg·°C) y por la diferencia de temperatura (ΔT) que tendrá el agua.

$$E_{nec} = m \cdot C_p \cdot \Delta T = 418,80 \cdot 4179 \cdot (60 - 22) = 66506 \text{ kJ}$$

⁵ Armstrong. Solution Source For Steam, Air and Hot Water Systems, 2004

Se desea que el agua en ambos módulos esté a la temperatura nominal en un tiempo de 15 minutos. En un inicio el usuario de la máquina deberá abrir la entrada de vapor a los serpentines y pondrá a funcionar el sistema recirculación por bombeo.

El proceso de lavado de los moldes podrá empezar una vez transcurridos los 15 minutos, pues se tendrá la certeza de que el agua estará a 60 °C.

Tomando en cuenta el criterio anteriormente expuesto, se podrá calcular la cantidad total de calor (Q) necesario para elevar la temperatura del agua. Éste se obtiene dividiendo la energía necesaria (E_{nec}) entre el tiempo deseado (t_{des}).

$$Q = \frac{E_{nec}}{t_{des}} = \frac{66506}{0,25} = 266024 \frac{\text{kJ}}{\text{h}} = 73896 \text{ W}$$

Ahora se procede a calcular el consumo de vapor (m_v) que se tendrá. Este flujo de vapor se logra al dividir la cantidad total de calor (Q) entre el calor latente del vapor (C_{lat}). El calor latente del vapor a 60 psi es 2105 kJ/kg.

$$m_v = \frac{Q}{C_{lat}} = \frac{266024}{2105} = 126,38 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de vapor}$$

Con el dato del flujo de vapor se podrá estimar el diámetro de la tubería, utilizando las tablas de los fabricantes que se muestran en el anexo #11⁶ para una presión de 4 bar, tubería cédula 40 y un flujo de vapor de 126,38 kg/h se tienen dos opciones: utilizar tubería de 1 1/2", con la cual se tendría una caída de presión de 120 Pa/m o una tubería de 2" en cuyo caso se obtendría una caída de presión 60 Pa/m.

Con el criterio de caída de presión por metro, se selecciona la tubería de 2". Ésta tiene un diámetro externo de 60,3 mm y un diámetro interno de 56,4 mm.

⁶ Armstrong. Guía para la conservación del vapor en el drenado de condensados, 2004

El siguiente paso en la secuencia de cálculo consiste en estimar el valor del coeficiente interno de transferencia de calor. En el interior de la tubería se tendrá un proceso de cambio de fase, ello significa que el vapor de agua se condensará.

Estos fenómenos de transferencia de calor son bastante complicados y no están sujetos a un tratamiento analítico simple. Por esta razón, debe recurrirse al uso de algunas relaciones empíricas que se han encontrado tras varios años de realizar experimentos con este tipo de procesos.

La velocidad de la corriente total del vapor influye fuertemente en el flujo de calor de un sistema de convección forzada-condensación y éste, a la vez, está influido por la velocidad de acumulación del líquido sobre las paredes.

Chato⁷ obtuvo una expresión para calcular el coeficiente interno de transferencia de calor promedio. Ésta es válida para la condensación a bajas velocidades del vapor en el interior de tuberías horizontales.

$$\bar{h}_i = 0,555 \left(\frac{\rho_{\text{Líquido}} \cdot (\rho_{\text{Líquido}} - \rho_{\text{Vapor}}) \cdot g \cdot k^3_{\text{Líquido}} \cdot C_{\text{Latente}}}{\mu_{\text{Líquido}} \cdot D_i \cdot (T_{\text{Vapor}} - T_{\text{Interna del tubo}})} \right)^{\frac{1}{4}}$$

Este enunciado está limitado a valores bajos de número de Reynolds del vapor, tal que:

$$Re_{\text{del vapor}} = \frac{d_i \cdot G_{\text{Vapor}}}{\mu_{\text{Vapor}}} < 35\,000$$

Se estima el valor del flujo másico por unidad de área (G_V) del vapor:

$$G_V = \frac{\text{flujo de vapor}}{\text{Área}} = \frac{m_v}{A} = \frac{3,51 \times 10^{-2}}{\pi \cdot (28,2 \times 10^{-3})^2} = 14,05 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$$

⁷ Chato, J.C. American Society of Refrigeration and Air Conditioning, 1962.

Calculando el número de Reynolds para esta situación, se tiene:

$$Re_{\text{del vapor}} = \frac{56.4 \times 10^{-3} \cdot 14,05}{14,379 \times 10^{-6}} = 55110 \text{ es } > 35\,000$$

Como el número de Reynolds es mayor a 35 000, implica que la velocidad de la corriente de vapor es alta. Akers, Deans y Crosser⁸ encontraron una expresión empírica aproximada que permite estimar el valor del coeficiente interno de transferencia de calor promedio.

$$\bar{h}_i = \frac{0.026 \cdot Pr_{\text{Líquido}}^{\frac{1}{3}} \cdot Re_{\text{Mezcla}}^{0,8} \cdot k_{\text{Líquido}}}{d_i}$$

donde, el Re_{Mezcla} es el número de Reynolds de la mezcla se define como:

$$Re_{\text{Mezcla}} = \frac{d_{\text{Interno}}}{\mu_{\text{Líquido}}} \left[G_{\text{Líquido}} + G_{\text{Vapor}} \left(\frac{\rho_{\text{Líquido}}}{\rho_{\text{Vapor}}} \right)^{\frac{1}{2}} \right]$$

Tabla 2.11 Propiedades del agua como líquido saturado a 152,78 °C.

Propiedad	Unidades	Valor
Densidad (ρ)	Kg/m ³	914,15
Calor específico (C_p)	J/kg·K	4306,47
Conductividad (k)	W/m·K	0,683
Viscosidad dinámica (μ)	Kg/m·s	1,82X10 ⁻⁴
Número de Prandtl (Pr)	-----	1,15

Fuente: J.P. Holman .

Se procede a calcular el número de Reynolds de la mezcla con las propiedades de los dos estados del agua que se muestran en las tablas 2.10 y 2.11.

⁸ Akers, W.W., H.A Deans, O.K. Crosser. Condensing Heat Transfer within Horizontal Tubes

$$Re_{\text{Mezcla}} = \frac{56,4 \times 10^{-3}}{1,82 \times 10^{-2}} \left[14,05 + 14,05 \left(\frac{914,15}{0,521} \right)^{\frac{1}{2}} \right] = 186732,57$$

Seguidamente se calcula el coeficiente interno de transferencia de calor medio:

$$\bar{h}_i = \frac{0,026 \cdot 1,15^{\frac{1}{3}} \cdot 186732,57^{0,8} \cdot 0,683}{56,4 \times 10^{-3}} = 5437 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

Posteriormente se determina el valor del coeficiente externo de transferencia de calor (h_e). Para realizar este cálculo es necesario conocer el valor la temperatura externa de la tubería. Como este valor es desconocido, es preciso efectuar la estimación empleando un proceso de iteración.

Para empezar con el proceso de iteración se debe asumir un valor de h_e . En teoría el valor de h_e debería rondar los $1000 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$, por lo cual se tomará este valor para realizar la primera iteración.

Se sabe que la cantidad transferida de calor por metro en la tubería está dada por:

$$\frac{Q}{L} = \frac{T_v - T_A}{\frac{1}{h_i \cdot 2\pi \cdot r_i} + \frac{\ln\left(\frac{r_e}{r_i}\right)}{2\pi \cdot k_{\text{Acero}}} + \frac{1}{h_e \cdot 2\pi \cdot r_e}}$$

donde: T_v = Temperatura del vapor.

T_A = Temperatura inicial del agua de lavado.

r_e = Radio externo de la tubería.

r_i = Radio interno de la tubería.

k = Coeficiente de conductividad del acero.

Sustituyendo se tiene:

$$\frac{Q}{L} = \frac{152,78 - 22}{\frac{1}{5437 \cdot 2\pi \cdot 0,0282} + \frac{\ln\left(\frac{0,0302}{0,0282}\right)}{2\pi \cdot 14,9} + \frac{1}{1000 \cdot 2\pi \cdot 0,0302}} = 18576,60 \frac{W}{m}$$

Ahora, es necesario conocer la temperatura externa (T_E) de la tubería, para ello se utiliza la siguiente relación:

$$\frac{Q}{L} = \frac{T_E - T_A}{\frac{1}{h_e \cdot 2\pi \cdot r_e}} \Rightarrow T_E = 18576,6 \cdot \left(\frac{1}{1000 \cdot 2\pi \cdot 0,0302} \right) + 22 = 119,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Se estima la temperatura media o la temperatura de película del agua (T_F), realizando un promedio entre la temperatura de la pared y la del agua.

$$T_F = \frac{T_E + T_A}{2} = \frac{119,9 + 22}{2} = 70,95 \text{ } ^\circ\text{C}$$

En el anexo #12 se buscan algunas propiedades del agua como líquido saturado. Se deben interpolar los valores para la temperatura de 70,95 °C.

$$\frac{g \cdot \beta \cdot \rho^2 \cdot C_P}{\mu \cdot k} = 8,80 \times 10^{10} \frac{1}{m^2 \cdot ^\circ\text{C}} \quad k = 0,665 \frac{W}{m \cdot ^\circ\text{C}}$$

Se calcula la relación Número de Grashof (Gr) por el número de Prandtl (Pr) como se muestra:

$$Gr \cdot Pr = \frac{g \cdot \beta \cdot \rho^2 \cdot C_P}{\mu \cdot k} \cdot (T_E - T_A) \cdot (d_i^3) = 8,80 \times 10^{10} \cdot (119,9 - 22) \cdot (0,0603)^3 = 1,89 \times 10^9$$

A continuación se puede deducir el número de Nusselt con la relación que se presenta:

$$Nu = C \cdot (Gr \cdot Pr)^m = 0,53(1,89 \times 10^9)^{\frac{1}{4}} = 110,51$$

El valor de C es 0,53 y el de m $\frac{1}{4}$, debido a que se trata de un sistema de transferencia por convección natural.

Con el número de Nusselt ya calculado, se procede a estimar el valor del coeficiente externo de transferencia presente en el proceso.

Este valor es el producto de multiplicar el Número de Nusselt por la conductividad del agua (k) a la temperatura de película y dividirla entre el valor del diámetro interno (d_i):

$$h_e = \frac{Nu \cdot k}{d_i} = \frac{110,51 \cdot 0,665}{0,0603} = 1218,7 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

Con este nuevo valor del coeficiente externo de transferencia de calor, se continúa con el proceso iterativo.

Se debe calcular nuevamente la cantidad de calor transferida por metro de tubería (Q/L) y seguir el proceso mostrado hasta obtener un nuevo valor del coeficiente externo de transferencia de calor.

Por lo tanto, se tiene:

$$\frac{Q}{L} = \frac{152,78 - 22}{\frac{1}{5437 \cdot 2\pi \cdot 0,0282} + \frac{\ln\left(\frac{0,0302}{0,0282}\right)}{2\pi \cdot 14,9} + \frac{1}{1218,7 \cdot 2\pi \cdot 0,0302}} = 21459,3 \frac{W}{m}$$

Ahora es necesario conocer la temperatura externa (T_E) de la tubería, para ello se utiliza la siguiente relación:

$$\frac{Q}{L} = \frac{T_E - T_A}{\frac{1}{h_e \cdot 2\pi \cdot r_e}} \Rightarrow T_E = 21459,3 \cdot \left(\frac{1}{1218,7 \cdot 2\pi \cdot 0,0302} \right) + 22 = 114,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Se procede a encontrar la temperatura media o la temperatura de película del agua (T_F), realizando un promedio entre la temperatura de la pared y la del agua:

$$T_F = \frac{T_E + T_A}{2} = \frac{114,8 + 22}{2} = 68,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

En el anexo #12 se buscan algunas propiedades del agua como líquido saturado. Se deben interpolar los valores para la temperatura de 68,4 °C.

$$\frac{g \cdot \beta \cdot \rho^2 \cdot C_P}{\mu \cdot k} = 8,25 \times 10^{10} \frac{1}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \quad k = 0,662 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Se calcula la relación Número de Grashof (Gr) por el número de Prandtl (Pr) como se muestra:

$$\text{Gr} \cdot \text{Pr} = \frac{g \cdot \beta \cdot \rho^2 \cdot C_P}{\mu \cdot k} \cdot (T_E - T_A) \cdot (d_i^3) = 8,25 \times 10^{10} \cdot (114,8 - 22) \cdot (0,0603)^3 = 1,68 \times 10^9$$

A continuación se puede deducir el número de Nusselt. El valor de C es 0,53 y el de m $\frac{1}{4}$, dado que se trata de un sistema de transferencia por convección natural.

$$\text{Nu} = C \cdot (\text{Gr} \cdot \text{Pr})^m = 0,53 (1,68 \times 10^9)^{\frac{1}{4}} = 107,3$$

Con el número de Nusselt ya establecido, se estima el valor del coeficiente externo de transferencia que se presenta en el proceso.

$$h_e = \frac{N_u \cdot k}{d_i} = \frac{107,3 \cdot 0,662}{0,0603} = 1178,0 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}$$

Con este segundo valor del coeficiente externo de transferencia de calor, se continúa con el proceso iterativo.

Se debe calcular nuevamente la cantidad de calor transferida por metro de tubería (Q/L) y seguir el proceso anterior hasta obtener un nuevo valor del coeficiente externo de transferencia de calor.

Así se logra:

$$\frac{Q}{L} = \frac{152,78 - 22}{\frac{1}{5437 \cdot 2\pi \cdot 0,0282} + \frac{\ln\left(\frac{0,0302}{0,0282}\right)}{2\pi \cdot 14,9} + \frac{1}{1178,0 \cdot 2\pi \cdot 0,0302}} = 20945,8 \frac{\text{W}}{\text{m}}$$

Ahora la temperatura externa (T_E) de la tubería será:

$$\frac{Q}{L} = \frac{T_E - T_A}{\frac{1}{h_e \cdot 2\pi \cdot r_e}} \Rightarrow T_E = 20945,8 \cdot \left(\frac{1}{1178,0 \cdot 2\pi \cdot 0,0302} \right) + 22 = 115,7 \text{ °C}$$

Se procede a establecer la temperatura media o la temperatura de película del agua (T_F) con:

$$T_F = \frac{T_E + T_A}{2} = \frac{115,7 + 22}{2} = 68,9 \text{ °C}$$

En el anexo #12 se buscan algunas propiedades del agua como líquido saturado. Se deben interpolar los valores para la temperatura de 68,9 °C:

$$\frac{g \cdot \beta \cdot \rho^2 \cdot C_p}{\mu \cdot k} = 8,36 \times 10^{10} \frac{1}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \quad k = 0,663 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Se procede a calcular la relación Número de Grashof (Gr) por el número de Prandtl (Pr) como se muestra:

$$\text{Gr} \cdot \text{Pr} = \frac{g \cdot \beta \cdot \rho^2 \cdot C_p}{\mu \cdot k} \cdot (T_E - T_A) \cdot (d_i^3) = 8,36 \times 10^{10} \cdot (115,7 - 22) \cdot (0,0603)^3 = 1,72 \times 10^9$$

A continuación se puede calcular el número de Nusselt con la relación que se presenta. El valor de C es 0,53 y el de m $\frac{1}{4}$, pues se trata de un sistema de transferencia por convección natural.

$$\text{Nu} = C \cdot (\text{Gr} \cdot \text{Pr})^m = 0,53 (1,72 \times 10^9)^{\frac{1}{4}} = 107,9$$

Con el número de Nusselt ya estimado, se procede a estimar el valor del coeficiente externo de transferencia que se presenta en el proceso:

$$h_e = \frac{\text{Nu} \cdot k}{d_i} = \frac{107,9 \cdot 0,663}{0,0603} = 1186,4 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

Con este tercer valor del coeficiente externo de transferencia de calor, se continúa con el proceso iterativo.

Se debe calcular nuevamente la cantidad de calor transferida por metro de tubería (Q/L) y seguir el proceso anterior hasta obtener un nuevo valor del coeficiente externo de transferencia de calor.

Por lo tanto, se tiene:

$$\frac{Q}{L} = \frac{152,78 - 22}{\frac{1}{5437 \cdot 2\pi \cdot 0,0282} + \frac{\ln\left(\frac{0,0302}{0,0282}\right)}{2\pi \cdot 14,9} + \frac{1}{1186,4 \cdot 2\pi \cdot 0,0302}} = 21052,6 \frac{W}{m}$$

Ahora la temperatura externa (T_E) de la tubería será:

$$\frac{Q}{L} = \frac{T_E - T_A}{\frac{1}{h_e \cdot 2\pi \cdot r_e}} \Rightarrow T_E = 21052,6 \cdot \left(\frac{1}{1186,4 \cdot 2\pi \cdot 0,0302} \right) + 22 = 115,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Se procede a establecer la temperatura media o la temperatura de película del agua (T_F) con:

$$T_F = \frac{T_E + T_A}{2} = \frac{115,5 + 22}{2} = 68,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

En el anexo #12 se buscan algunas propiedades del agua como líquido saturado. Se deben interpolar los valores para la temperatura de 68,8 °C.

$$\frac{g \cdot \beta \cdot \rho^2 \cdot C_P}{\mu \cdot k} = 8,33 \times 10^{10} \frac{1}{m^2 \cdot ^\circ\text{C}} \quad k = 0,663 \frac{W}{m \cdot ^\circ\text{C}}$$

Se estima la relación Número de Grashof (Gr) por el número de Prandtl (Pr) como se muestra:

$$Gr \cdot Pr = \frac{g \cdot \beta \cdot \rho^2 \cdot C_P}{\mu \cdot k} \cdot (T_E - T_A) \cdot (d_i^3) = 8,33 \times 10^{10} \cdot (115,5 - 22) \cdot (0,0603)^3 = 1,71 \times 10^9$$

A continuación, se puede calcular el número de Nusselt con la relación que se presenta. El valor de C es 0,53 y el de m $\frac{1}{4}$, debido a que se trata de un sistema de transferencia por convección natural:

$$Nu = C \cdot (Gr \cdot Pr)^m = 0,53(1,71 \times 10^9)^{\frac{1}{4}} = 107,8$$

Con el número de Nusselt ya encontrado, se procede a estimar el valor del coeficiente externo de transferencia que se presenta en el proceso:

$$h_e = \frac{Nu \cdot k}{d_i} = \frac{107,8 \cdot 0,663}{0,0603} = 1185,3 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

Como se puede ver, el valor estimado de coeficiente externo de transferencia de calor no varía mucho en esta iteración con respecto de la anterior.

En otras palabras este coeficiente converge a un valor aproximado de 1185 W/m² · °C, que se tomará como verdadero:

Seguidamente se procede a calcular el coeficiente global de transferencia de calor (U_E) que se da en el proceso:

$$U_E = \frac{1}{\frac{A_e}{A_i \cdot h_i} + \frac{A_e \ln\left(\frac{r_e}{r_i}\right)}{2\pi \cdot k} + \frac{1}{h_e}}; \text{ simplificando se tiene } U_E = \frac{1}{\frac{r_e}{r_i \cdot h_i} + \frac{r_e \ln\left(\frac{r_e}{r_i}\right)}{k} + \frac{1}{h_e}}$$

donde: A_e = Área exterior de la tubería.

A_i = Área interior de la tubería.

r_e = Radio exterior de la tubería.

r_i = Radio interior de la tubería.

k = Conductividad térmica de acero inoxidable AISI 304.

Sustituyendo se expresa que:

$$U_E = \frac{1}{\frac{0,0302}{0,0282 \cdot 5437} + \frac{0,0302 \cdot \ln\left(\frac{0,0302}{0,0282}\right)}{14,9} + \frac{1}{1185}} = 847,7 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

A continuación, es necesario conocer la temperatura media logarítmica (ΔT_m) en el proceso de transferencia de calor. Esta temperatura se puede estimar mediante la siguiente expresión:

$$\Delta T_m = \frac{(T_{h_2} - T_{c_2}) - (T_{h_1} - T_{c_1})}{\ln\left[\frac{(T_{h_2} - T_{c_2})}{(T_{h_1} - T_{c_1})}\right]} = \frac{(152,78 - 60) - (152,78 - 22)}{\ln\left[\frac{(152,78 - 60)}{(152,78 - 22)}\right]} = 113,6^\circ\text{C}$$

Donde: T_{h1} = Temperatura inicial del fluido caliente.

T_{h2} = Temperatura final del fluido caliente.

T_{c1} = Temperatura inicial del fluido frío.

T_{c2} = Temperatura final del fluido frío.

Una vez que se ha determinado la cantidad de calor necesario para el agua (Q), el coeficiente global de transferencia de calor (U_E) y la temperatura media logarítmica (ΔT_m) que gobernarán el sistema de calefacción, es posible calcular el área total de transferencia de calor necesaria (A_T). Para ello se dispone de la siguiente relación:

$$A_T = \frac{Q}{\Delta T_m \cdot U_E} = \frac{73896}{113,6 \cdot 847,7} = 0,767\text{m}^2$$

Esta área será la necesaria para lograr que el sistema de calentamiento cumpla con las necesidades deseadas. Dicha área deberá ser proporcionada por un determinado número trozos de tubería de 2" y de 1 metro longitud, los cuales se unirán para formar el serpentín.

El número de trozos de tubería (n), está dado por el área total de transferencia de calor (A_T) entre el área que aporta cada tubo (A_t), como se muestra:

$$n = \frac{A_T}{A_t} = \frac{A_T}{2\pi \cdot d_i \cdot l} = \frac{0,767}{2\pi \cdot 0,0302 \cdot 1} = 4,04 \text{ trozos de tubos.}$$

Donde: l = Longitud del trozo de tubería.

d_i = Diámetro interno de la tubería.

Así se construirá el serpentín con cuatro trozos de tubería de acero inoxidable AISI 304. Este serpentín deberá ser instalado con un 1% de desnivel en la dirección de desagüe, con el fin de evitar que el condensado se acumule en la tubería y pueda ser drenado por la trampa.

▪ **Cálculo de los parámetros funcionales para condiciones nominales de trabajo**

Cuando en los depósitos de lavado ya se ha alcanzado la temperatura nominal (60°C), la máquina puede comenzar el proceso de lavado. En este estado de trabajo el consumo de vapor no va a ser igual, pues, va a existir una recirculación del agua de lavado.

El agua retornará al depósito de almacenamiento con un valor de temperatura difícil de estimar, sin embargo, este dato no va a ser igual al valor inicial de 60°C que tenía.

El agua sufrirá varias pérdidas de calor durante el proceso de lavado. Éstas se pueden enumerar como sigue:

- a. Pérdidas térmicas por radiación hacia el aire a través de las paredes y el piso del recipiente que almacena el agua de lavado.
- b. Pérdidas de calor por radiación a través de las bombas, boquillas, tuberías y demás aditamentos que componen el sistema de recirculación del agua.

- c. Durante el lavado se producirá el arrastre de agua en los moldes. Esto significa que deberá existir un mecanismo de reposición de agua al depósito, la cual ingresará a temperatura ambiente, por ello habrá que adicionar energía para calentarla.
- d. Por último, existirán pérdidas térmicas a través de la superficie del líquido, o sea, transferencia de calor por radiación del agua hacia el aire de los alrededores.

Primero se debe estimar la cantidad de agua de reposición (m_r) por ingresar al sistema. Esta tarea no resulta nada fácil, por lo tanto, como criterio del diseñador se tomó la decisión asignarle al valor de agua de reposición del 1% de la masa total de agua calentada (m).

Lo anterior se asignó tomando en cuenta que los moldes tienen una superficie muy lisa y que la banda tendrá una velocidad moderada, por lo que no habrá demasiado arrastre de agua durante el recorrido de lavado.

La masa de agua que se repondrá será:

$$m_r = m \cdot \frac{1}{100} = 418,8 \cdot \frac{1}{100} = 4,2 \text{ kg}$$

La energía necesaria (E_r) para llevar esta agua desde los 22 °C hasta los 60 °C:

$$E_r = m \cdot C_p \cdot \Delta T = 4,2 \cdot 4179 \cdot (60 - 22) = 667 \text{ kJ}$$

La masa de agua de reposición fue estimada para una hora de funcionamiento de la máquina lavadora, esto implica que el calor por necesitar será:

$$Q = \frac{E_r}{t} = \frac{667}{1} = 667 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$$

El calor que pierde el sistema por radiación al aire ambiente es relativamente bajo, si se toma en cuenta que todos los elementos del sistema serán fabricados en acero inoxidable. Este material es muy pulido, por lo tanto, tiene una emisividad muy baja.

Para calcular la cantidad de calor que se está perdiendo por las paredes y el piso de los tanques de almacenamiento, se emplearán valores tabulados de emisiones térmicas de superficies planas.⁹

En este caso el diferencial de temperatura es $\Delta T = 60 - 22 = 38 \text{ }^\circ\text{C}$ y la temperatura exterior de la lámina en el tanque de almacenamiento se estimó en $55 \text{ }^\circ\text{C}$.

En el anexo #13 se muestran los valores de emisión térmica de superficies planas verticales en aire calmo. Se interpola a los valores de temperatura mostrados arriba y se tiene que:

- ✓ Las pérdidas de calor por las paredes verticales del tanque:

$$Q_{PV} = 326,7 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}.$$

Si se multiplica por el área de transferencia de calor vertical:

$$Q_{PVT} = 326,7 \cdot 1,44 = 470,45 \text{ W}$$

- ✓ Las pérdidas de calor por el piso del tanque:

$$Q_{PH} = 326,7 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}.$$

⁹ Sarco S.A. Velocidades de Condensación, 1999.

Si se multiplica por el área de transferencia de calor del piso y por el factor recomendado de 0,65 para superficies que ceden el calor hacia abajo se tiene:

$$Q_{PVT} = 326,7 \cdot 0,65 \cdot 1,4 = 297,30 \text{ W}$$

Ahora se necesita saber cuánto calor se transfiere desde la superficie del agua hacia el aire de los alrededores. Para ello se usa el nomograma que se presenta en el anexo #13.

Sabiendo que la temperatura superficial del agua es de más o menos 60 °C se puede extrapolar de la figura que la pérdida térmica del agua con el aire es más o menos 17 800 W/m².

Si se multiplica este valor por el área superficial de agua expuesta al aire (1,4 m²), se consigue estimar la pérdida que será igual a 24 920 W.

De este modo se realiza una sumatoria de pérdidas, la cual permita obtener la cantidad de calor que se está disipando en el recorrido del agua:

$$Q_D = 185,30 + 470,45 + 297,30 + 24920 = 25873 \text{ W}$$

Como criterio del diseñador se optó por añadir un 10% de margen corrección para el sistema de calentamiento, esto con el fin de solventar posibles errores aleatorios en las premisas asumidas o en los datos proporcionados por el fabricante.

Por lo tanto, el calor total que deberá proporcionarse al sistema de calefacción bajo condiciones nominales será de:

$$Q_{DT} = 25873 \cdot 1,1 = 28460 \text{ W}$$

El consumo de vapor en este régimen de trabajo será:

$$m_{vn} = \frac{Q_{DT}}{C_{lat}} = \frac{102456}{2105} = 48,67 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de vapor}$$

2.7.7.2 Selección y descripción de los accesorios que se deben instalar en el sistema de transferencia de calor.

- **Sistema de tuberías.**

Para la elección de todas las tuberías se emplearon las tablas de selección mostradas en el Anexo #11. Se aceptará en todo el sistema de tubería una caída de presión máxima de 240 Pa/m.

La tubería principal que se encontrará a 8 bar de presión y debe transportar 250 kg/h de vapor, será de 1 1/2" de diámetro y cédula 40. La tubería que va desde la válvula reguladora de presión hasta la bifurcación de los ramales de los serpentines será de 2" y cédula 40, esto con el fin de evitar el aumento de velocidad que se daría debido a la disminución de la presión del vapor para un mismo flujo. La tubería en ambos ramales que estará a 4 bar y transportará 125 kg/h de vapor será de 1 1/2" y cédula 40, según se desprende del anexo anteriormente citado.

Las demás tuberías quedarán sujetas a las conexiones de entrada y salida de los accesorios. El montaje del sistema de regulación del vapor se muestra en la sección de planos.

- **Válvula reguladora de presión.**

La válvula reguladora de presión será de acción directa. Este tipo de válvulas tiene un rango de operación de $\pm 10\%$ y un ratio de regulación de 10:1.

Para este caso específico, la regulación será 120 psi con 126,38 kg/h de vapor de consumo máximo a 70 psi con 48,67 kg/h de vapor de consumo en operación nominal.

El ratio de regulación en este caso será de 2,6, esto permite el uso de este tipo de válvula. Se tomará como valor final de regulación 70 psi.

Mediante el empleo de las hojas de selección otorgadas por fabricantes (verlas en el anexo #27), se determina que: se necesitará una válvula de acción directa modelo GD-30 de 120 a 70 psi, con resorte color verde y conexión en la entrada de 1" marca Armstrong o equivalente en cualquier otra marca.

- **Válvulas reguladoras de temperatura.**

El proceso de lavado no requerirá un sistema de regulación de temperatura muy sofisticado o preciso. Por esta razón, se utilizará una válvula reguladora con sensor de bulbo y capilar como la que se muestra en la figura #28.

Este dispositivo tiene una fluctuación de ± 3 °C en la temperatura, la cual se considera como aceptable para que gobierne el sistema de calefacción de agua de lavado. La caída de presión a través de ella será de 10 psi, lo cual permite tener las 60 psi requeridas.

Por lo tanto, se utilizarán dos válvulas reguladoras de temperatura modelo OB-30, para vapor, con una presión máxima de 70 psi, un rango de temperatura de 40 a 100 °C y un largo del capilar de 5 m, marca Armstrong o similar para cualquier otro fabricante.

- **Trampas para vapor.**

Para hacer el drenado de todo el condensado se necesitará un total de tres trampas. La primera drenará la pierna colectora del sistema y las otras dos eliminarán el condensado por acumularse en los serpentines.

Las características de cada una de ellas se exponen en la tabla del anexo #14. La pierna colectora se encuentra conectada a la tubería principal. En este tramo no existe diferencial de presión representativo, por ello se recomienda usar una trampa de balde invertido.

Para realizar la selección se utilizarán los datos del anexo #29. Se empleará una trampa de balde invertido serie 800 con la capacidad de descargar 250 kg/h, diámetro de la tubería de conexión de 3/4" y diámetro del orificio de descarga de 7/64" de la marca Armstrong o análoga en otra marca.

Las trampas de vapor que se instalen al final de los serpentines se recomienda que sean del tipo flotador y termostática. Para realizar la selección se utilizarán los datos del anexo #30. En este tramo se tiene un diferencial de presión de 60 psi.

Para seleccionar estas trampas el fabricante sugiere usar un factor de seguridad de 3 cuando el vapor se encuentra por arriba de las 30 psi.

Por lo tanto, la carga de condensado final (Q_{Con}) será la carga en condiciones de trabajo (Q_{Trab}) por el factor de seguridad.

$$Q_{Con} = Q_{Trab} \cdot Fs = 48,67 \cdot 3 = 146,01 \text{ kg de condensado}$$

Para realizar el montaje, se requerirán dos trampas serie A para 30 psi de presión diferencial, diámetro de la tubería de conexión de 3/4" y diámetro de la tubería de descarga de 1/4" de la marca Armstrong o similar en otra marca.

- **Otros accesorios.**

El montaje de la estación de regulación del vapor requerirá de al menos cuatro manómetros, un filtro 100X100 (ver especificaciones en el anexo #31), para la línea de principal de alimentación del vapor y un "pop drain" para eliminar suciedades en la pierna colectora.

El montaje del sistema de alimentación de vapor se muestra en la sección de planos. En este diagrama se ve cómo deberán colocarse cada uno de los accesorios anteriormente seleccionados.

2.7.8 Cálculo del sistema de transmisión de potencia.

Como ya se dijo previamente, el túnel de lavado requerirá de un sistema que permita realizar el arrastre de los moldes a través de los anillos de lavado de los diferentes módulos de la máquina. Para realizar esta labor se tomó la decisión de diseñar un sistema de transmisión por medio de cadenas.

Este mecanismo transportará los moldes por medio del movimiento rotativo de dos cadenas sobre las cuales se pondrán los moldes boca abajo. De esta manera un sistema de motorreductor y piñones será el encargado de proveer la potencia al dispositivo para que ejecute el movimiento.

Este tipo de sistema tiene la ventaja de proporcionar el espacio suficiente para poder hacer el lavado inferior de los moldes, ya que éstos viajarán soportados sobre los vértices de si mismos.

2.7.8.1 Selección del material de la cadena.

El montaje se hará con cadenas modulares de plástico de la compañía *Intralox*. Como material de fabricación se seleccionó el Acetal. Este termoplástico presenta varias ventajas con respecto de otras materias primas utilizadas en la fabricación de cadenas como: resistencia a la corrosión, se pueden utilizar una transmisión directa, tienen una buena resistencia mecánica, coeficientes de fricción bastante bajos, se pueden usar en un rango de temperatura que varía entre -46 °C y 93 °C, presentan bajos niveles de ruido en funcionamiento, poseen un precio menor, son resistentes a la abrasión y además están certificadas por FDA (Food and Drugs Administration).

Este último aspecto es muy importante dado que la planta de quesos está buscando el aval de este organismo para poder continuar con la exportación de sus productos hacia los Estados Unidos. Además se debe agregar que estas cadenas requieren de poco de mantenimiento pues sólo se le realizan tareas muy sencillas a lo largo de la vida útil.

2.7.8.2 Selección del tipo de cadena por utilizar.

Intralox ofrece varios tipos de cadenas. Éstas varían en aspectos tales como el material de construcción, el paso, el ancho del moldeo, tipo de articulación, método de tracción y el tipo de superficie de la cadena.

Después de analizar las opciones que se tienen, se seleccionó la cadena tipo *Mold to Width Raised Rib* de la serie 900, pues cumplió satisfactoriamente con las características deseadas. Las propiedades y características de esta cadena se muestran en el anexo #15.

2.7.8.3 Selección y cálculo de la cadena para transporte.

Antes de comenzar con el proceso de cálculo, deben exponerse algunas premisas importantes para iniciar:

- a.** El sistema de cadenas realizará un recorrido recto.
- b.** El material de construcción de la cadena será Acetal.
- c.** La longitud total del sistema transportador es 7,7 m.
- d.** El tipo de cadena será *Raised Rib* de la serie 900 de la compañía *Intralox*.
- e.** El paso de la cadena es 27,2 mm.
- f.** El peso de cada molde es 3 kg, de acuerdo con las dimensiones ya expuestas el peso de los moldes sobre la superficie exigirá 30,56 kg/m².
- g.** La temperatura máxima de operación de la cadena serán 60 °C.
- h.** La transmisión de la cadena será de acción central.
- i.** El tipo de servicio que tendrá la máquina será de arranques discontinuos sin carga.

- j.** La cadena tendrá que desplazarse sobre guías de desgaste de fabricadas con un polímero llamado UHMW (Peso Molecular Ultra Alto por las siglas en inglés).
- k.** El ancho de la banda será 27,2 mm.
- l.** La velocidad deseada en las cadenas es de 7 m/min. Esta velocidad se definió pensando en que permitirá que los moldes tengan un tiempo de exposición adecuado por las boquillas, además se evitará el desgaste de los engranes y articulaciones, así como de la superficie de la banda y se prevendrán posibles efectos dinámicos que la operación a alta velocidad produciría como oscilaciones, “latigazos” o sobrecargas.
- m.** El sistema de transporte con cadenas funcionará en condiciones húmedas, esto es, durante cada arranque de la máquina se mojarán las cadenas, las guías de desgaste y la estructura de rodaje de éstas.
- n.** Se utilizarán engranajes fabricados con Acetal, de 18 dientes, diámetro de paso de 155 mm y ancho de cubo de 40 mm. Las características de los engranajes en el anexo #16.
- o.** El sistema de transmisión llevará ejes de acero inoxidable AISI 303.

El primer paso consiste en determinar la tracción (BP) que tendrá la banda. La resistencia a la tracción de las cadenas se produce por la combinación de las cargas presentes y la resistencia debida a la fricción.

Las fuerzas de fricción se desarrollan de dos maneras: primero, los pesos de la cadena y de los moldes transportados en el recorrido de ida, crean una resistencia conforme se mueve el sistema.

Segundo, si los moldes se mantienen estacionarios mientras las cadenas siguen desplazándose debajo de ellos, se crea una resistencia adicional entre la banda y el producto.

La máquina ha sido pensada para que los moldes no se acumulen en las cadenas, sin embargo se adicionará un factor de fricción que contemple un posible mal empleo del túnel de lavado.

Entonces la tracción de la banda será:

$$BP = (M + 2W) \cdot F_w \cdot L$$

donde, M = Carga del producto en kg/m²

W = Peso de la Cadena en kg/m²

L = Longitud de la cadena en m.

FW = Coeficiente de fricción entre la cadena y las guías de desgaste.

En este caso el valor de FW entre el Acetal y el UHMW, para una superficie lisa y húmeda tiene el valor de 0,10. Ver datos en el anexo #17

Así se logra que:

$$BP = (30,56 + 2 \cdot 0,289) \cdot 0,10 \cdot 7,7 = 23,98 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \text{ de ancho de la cadena}$$

A continuación se debe calcular la tracción ajustada de la cadena (ABP). Este nuevo valor compensa la tracción de la cadena de acuerdo con las condiciones de servicio a las cuales va a estar sometida, o sea, se aplica un factor de servicio al sistema (SF).

Del anexo #18 se obtiene que, para arranques sin carga o con carga aplicada en forma gradual, se debe aplicar un factor de 1. Esto implica:

$$ABP = BP \cdot SF = 23,98 \cdot 1 = 23,98 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \text{ de ancho de la cadena}$$

Este valor de tracción que tendrá la cadena deberá de ser dividido entre dos, dado que se tendrán dos cadenas en el sistema de transporte.

Por lo tanto, la tracción real en cada cadena (ABP_{RC}) será:

$$ABP_{RC} = \frac{ABP}{2} = \frac{23,98}{2} = 11,99 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \text{ de ancho de la cadena}$$

A continuación se procede a calcular la resistencia permisible en cada cadena (ABS). Las cadenas *Intralox* tienen valores de resistencia determinados a temperatura ambiente y a baja velocidad en la cadena. Debido a que la resistencia de los plásticos generalmente disminuye conforme aumenta la temperatura y el grado de desgaste es directamente proporcional a la velocidad, pero inversamente proporcional a la longitud del transportador, la resistencia nominal de la cadena (BS) debe ajustarse tomando en cuenta estos parámetros.

Por ello la resistencia permitida en la cadena será:

$$ABS = BS \cdot T \cdot S$$

donde, T = Es un factor de temperatura que toma en cuenta la temperatura de operación de la cadena.

S = Es un factor de resistencia, que introduce la influencia de la velocidad de la cadena y la longitud de ésta.

La resistencia nominal de la cadena se encuentra en el anexo #19. Para una cadena de la serie 900 estilo *Riased Rib* fabricada de Acetal se sugiere una resistencia de 1190 kg/m.

El factor de temperatura se obtiene de la tabla del anexo #20. Para una temperatura de 60 °C y para cadenas de Acetal se recomienda que T = 0,95.

Para poder obtener el factor de resistencia debe hacerse uso del anexo #21. Para entrar en la tabla, primero se necesita conocer la relación entre la velocidad (V) y la longitud del sistema de cadenas (L).

El valor de esta relación será:

$$\frac{V}{L} = \frac{7}{7,7} = 0,91 \frac{1}{\text{min}}$$

El valor obtenido de V/L es muy pequeño, por lo tanto se utilizará un valor de S = 1.

Sustituyendo la resistencia permitida en la cadena será:

$$ABS = 1190 \cdot 0,95 \cdot 1 = 1130,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \text{ de ancho de banda}$$

La resistencia permitida por la cadena es mucho mayor que la resistencia calculada necesaria para el sistema de transmisión. Esto es:

$$ABS \gg ABPRC$$

Implica que esta cadena sí puede ser utilizada para realizar el arrastre de esta carga.

Una vez calculadas las necesidades de la cadena, procede con el cálculo de la resistencia de los ejes del sistema de transmisión. Para ello deben analizarse dos importantes funciones que éste tiene en el sistema:

Primero, se debe considerar la capacidad de absorber la fuerza de flexión producida por la tracción de la cadena, con una deflexión aceptable del eje.

Posteriormente se debe determinar la capacidad para transmitir el par que ejercerá el motor, sin que exista falla alguna.

Primero se hace es una selección preliminar del tamaño del eje para el engranaje elegido con anterioridad, el cual tiene un cubo de 40 mm.

En el anexo #22 se muestran los datos para los ejes disponibles. En este caso se seleccionará un eje con cubo de 40 mm construido en acero inoxidable 303.

El eje se doblará o curvará bajo las cargas combinadas de la tracción ajustada de la cadena (ABP_{RC}) y su propio peso.

Estas fuerzas son coplanares y pueden combinarse en una carga total sobre el eje (W) determinado por:

$$W = (ABP_{RC} + Q) \cdot B$$

donde, Q = Peso de eje. Este dato se encuentra en el anexo #23.

B = Representa el ancho de la cadena.

Sustituyendo se tiene que:

$$W = (11,99 + 12,55) \cdot 29 \times 10^{-3} = 0,71 \text{ kg}$$

Posteriormente se debe calcular la deflexión del eje. Este factor es muy importante, pues a medida que el eje motriz se flexiona o curva con las cargas pesadas, la distancia longitudinal entre el eje motriz y el conducido es menor en la línea central de la cadena que en los bordes.

La situación anterior crea una distribución desigual de la tensión de la cadena, haciendo que los bordes absorban la mayor cantidad y dientes de los engranes también reciban una carga heterogénea.

En este caso el eje estará apoyado por dos chumaceras, la deflexión (D) se determina con:

$$D = \frac{5}{185} \cdot \frac{W \cdot (L_s)^3}{E \cdot I}$$

donde, E = Módulo de elasticidad del acero inoxidable, ver anexo #23 un valor de 19700 kg/mm².

I = Momento de inercia para el eje fabricado en acero inoxidable, ver anexo #23 tiene un valor de 213 300 mm⁴.

LS = Es el tramo del eje sin soporte que quedará entre las chumaceras, el cual se estimó en 400 mm.

Al sustituir se confirma que:

$$D = \frac{5}{185} \cdot \frac{0,71 \cdot (400)^3}{19700 \cdot 213300} = 0.00029 \text{ mm}$$

Para sistemas transportadores unidireccionales comunes, se recomienda que la deflexión máxima no exceda los 2,5 mm.¹⁰

El valor de deflexión es mucho menor, por lo tanto se utilizará el eje antes mencionado.

Ahora es necesario calcular el par sobre el eje conducido. Éste debe ser lo suficientemente fuerte para transmitir las fuerzas de rotación que provocará el motor, al vencer la resistencia necesaria para mover la cadena y el producto.

La acción torsional impone esfuerzos de cortante sobre el eje, éstos son mucho más críticos en la zona de los apoyos de las chumaceras.

¹⁰ Intralox. Manual Técnico, 2004

El par real (T_O) que transmitirá el motor está dado por:

$$T_O = ABP_{RC} \cdot B \cdot P.D$$

donde, P.D = Diámetro de paso del engranaje seleccionado. En este caso es 155 mm.

Sustituyendo el par real será:

$$T_O = 11,99 \cdot 29 \times 10^{-3} \cdot 155 = 731.2 \text{ kg} \cdot \text{mm} = 7,17 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Ahora es necesario conocer el diámetro del eje de acuerdo con el par real que se tiene. En el anexo #24 se pueden ver las curvas con el valor de par máximo recomendado para diferentes diámetros y materiales.

Se concluye que se podrá usar un eje de acero inoxidable 303 de 1/2" diámetro cuyo par máximo es de 11500 kg·mm.

A continuación se procede a calcular la potencia necesaria (P) del motor con:

$$P = \frac{ABP \cdot B \cdot V}{6,12} = \frac{23,98 \cdot 29 \times 10^{-3} \cdot 7}{6,12} = 0,795 \text{ W} = 0.0011 \text{ Hp}$$

2.7.8.4 Selección y cálculo del conjunto de motorreductor.

Para realizar una correcta selección del motorreductor, se deben tomar en cuenta varios parámetros fundamentales. Es importante conocer la potencia de entrada (P_1), la potencia de salida (P_2), el momento torsor o torque a la salida del reductor (M_2), la velocidad de entrada al reductor (n_1), la velocidad de salida del reductor (n_2), la relación de reducción de velocidad (i), el rendimiento del motorreductor (η_d) y el coeficiente de servicio del sistema (f.s).

Para la selección del motorreductor se utilizará catálogo de productos de la marca Bonfiglioli Riduttori.

Después de analizar las características constructivas de cada uno de los modelos que ofrece esta marca italiana, se llegó a la conclusión de seleccionar un motorreductor de la serie VF y con la disposición de componentes tipo N. Las características del motorreductor se muestran en el anexo #25.

La serie VF está constituida por motorreductores cuya cinemática está producida por un conjunto de corona y tornillo sin fin. Este tipo de disposición se muestra en el anexo #25.

Del proceso de cálculo de la cadena de transporte se deduce que:

- a.** La potencia a la salida del reductor (P_2): 0,795 W o 0,0011 Hp.
- b.** El torque a la salida de reductor ($M_2 = T_O$): 7,17 N·m.
- c.** La velocidad de entrada al reductor (n_1), o sea, la velocidad del motor: 1400 rpm.
- d.** La velocidad de salida del reductor (n_2), deberá ser de aproximadamente 91 rpm. Esto con el fin de conseguir una velocidad tangencial en las cadenas de al menos 7 m/min.
- e.** El factor de servicio recomendado para reductores de la serie VF es de 1, siempre y cuando, el servicio que va a tener sea intermitente, con un número de arranques por hora igual o inferior a diez, carga uniforme y entre 2 a 8 horas de trabajo por día.

La selección inicial del motorreductor será el MVF 62/N. Los datos de funcionamiento de este modelo se muestran en el anexo #27.

Con los datos aportados por el fabricante y los obtenidos por las necesidades del sistema de transporte, se pueden realizar los cálculos de algunas relaciones. La potencia de entrada (P_1) será:

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta_d} = \frac{0,795}{0,81} = 0,981 \text{ W} = 0.0013 \text{ Hp}$$

Como el factor de servicio es 1, no varía en nada el valor de la potencia de entrada que deberá tener el motor que mueva el sistema.

Se establece entonces que:

- El torque que entregará el motor será 12,2 N·m. Este valor es mayor que el que el requerido por el sistema que es de 7,17 N·m.
- La velocidad a la salida será 93 rpm. Si se multiplica este valor por el radio del engranaje, se tiene que la velocidad tangencial de la cadena será de 7,21 m/min, que cumple con el valor de velocidad requerido.
- La potencia que da el motorreductor es 2 Hp. Es valor mayor al que necesita el sistema, por lo tanto cumple con las necesidades planteadas.

Se concluye, por lo tanto, que se va utilizar un motorreductor VF 62/N de Bonfiglioli Riduttori o el equivalente en otra marca.

2.7.9 Especificaciones del sistema eléctrico.

El sistema eléctrico del túnel de lavado deberá estar compuesto de dos partes: la de control y la de potencia (ver sección de planos).

Este sistema no amerita un alto grado de automatización debido a que el proceso de arranque de la máquina, no requiere de una secuencia específica y, además, no es necesario el manejo de muchas variables en el proceso.

En la sección de planos se muestran los diagramas finales de control y de potencia. Como se puede notar son muy simples y corresponden a diagramas de uso general en la conexión de motores.

En el diagrama de control también se pueden apreciar los símbolos de controladores de nivel que se emplearán para realizar la reposición de agua a los tanques de lavado. Estos dispositivos gobernarán las electroválvulas encargadas de controlar el flujo de agua hacia los tanques. En el anexo #32 se pueden apreciar las conexiones del controlador e información adicional de este dispositivo.

Para controlar la adición de detergente a los tanques de lavado deberá colocarse adicionalmente un sistema de dosificación de detergente. Este sistema deberá ser capaz de medir la concentración del producto en el depósito y adicionar la cantidad requerida de acuerdo con la regulación previa que se le haga a este equipo.

Podrá instalarse un equipo como el VANGUARD 2026 de ECOLAB o el similar en cualquier otra marca.

2.7.10 Estudio económico del costo actual del lavado de los moldes.

Con la realización de este estudio económico se pretende cumplir con dos objetivos: en primer lugar conocer el costo en el cual se está incurriendo con el método actual de lavado y como segundo punto, se desea cuantificar la cantidad de agua y de otros insumos que se están gastando con el método de lavado manual.

La metodología que se empleada para conocer los parámetros necesarios para cuantificar los costos fue muy simple:

El proceso consistió en observar y tomar los tiempos de apertura de las pistolas durante el enjuague de los moldes, medir los caudales en cada una de ellas, ponderar la cantidad de guantes, detergente y fibras sintéticas utilizadas en el lavado y medir el tiempo invertido al realizar la operación de restregado los moldes.

A continuación en la tabla 2.12 se muestran algunas constantes que deben tenerse en cuenta para realizar el cálculo de costos.

Tabla 2.12 Precio de algunas constantes involucradas en el cálculo de costos de lavado.

Constante	Costo
Costo promedio de la hora de un operador de Planta 5.	¢665,00
Costo del kilogramo de detergente HC-10.	¢1186,33
Costo de una caja con 100 guantes de látex.	¢1654,32
Costo de una fibra sintética.	¢421,33

Fuente: Departamento de producción de Planta 5.

Seguidamente se realizó la medición del caudal en las diferentes pistolas que se utilizan para pulverizar el agua de lavado en la planta. Esta medición permite obtener un valor promedio de la cantidad de agua que se utiliza en el lavado de los moldes. Los valores obtenidos se muestran en la tabla 2.13.

Tabla 2.13 Caudal promedio en las pistolas de lavado.

Tiempo de llenado de un recipiente de 20 litros (s)	Caudal (L/min)
Tiempo 1	61,60
Tiempo 2	60,31
Tiempo 3	64,56
Tiempo 4	72,38
Tiempo 5	66,93
Tiempo 6	62,90
Tiempo 7	61,93
Tiempo 8	59,69
Tiempo 9	61,41
Caudal promedio:	18,95

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

En las páginas siguientes se muestran los datos recopilados durante el lavado de los moldes para diferentes días.

Tabla 2.14 Datos recolectados el 25 de febrero del 2004.

Lavado de moldes sin tratamiento químico	
Hora inicial del lavado	08:25
Hora final del lavado	09:20
Cantidad de moldes	164
HC-10 utilizado (g)	800
Guantes de látex/día	30
Fibras sintéticas/día	7
Número de empleados	7
Moldes/día	770
Enjuague de moldes sin tratamiento químico	
Tiempo (s)	160,4
Número de empleados	2
Cantidad de moldes	20
Lavado de tapas sin tratamiento químico	
Hora inicial:	08:05
Hora final:	09:09
Número de empleados:	1
Cantidad de tapas:	250
Enjuague de tapas sin tratamiento químico	
Tiempo (s)	722,81
Número de empleados	1
Cantidad de tapas	250

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

Tabla 2.15 Datos recolectados el 27 de febrero del 2004.

Lavado de moldes sin tratamiento químico	
Hora inicial del lavado	08:35
Hora final del lavado	09:40
Cantidad de moldes	246
HC-10 utilizado (g)	1000
Guantes de látex/día	30
Fibras sintéticas/día	7
Número de empleados	7
Moldes/día	770
Enjuague de moldes sin tratamiento químico	
Tiempo (s)	482,81
Número de empleados	3
Cantidad de moldes	30
Lavado de tapas sin tratamiento químico	
Hora inicial:	05:45
Hora final:	08:20
Número de empleados:	1
Cantidad de tapas:	307
Enjuague de tapas sin tratamiento químico	
Tiempo (s)	207,35
Número de empleados	1
Cantidad de tapas	57

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

Tabla 2.16 Datos recolectados el 29 de febrero del 2004.

Lavado de moldes sin tratamiento químico	
Hora inicial del lavado	09:05
Hora final del lavado	10:15
Cantidad de moldes	211
HC-10 utilizado (g)	800
Guantes de látex/día	30
Fibras sintéticas/día	7
Número de empleados	6
Moldes/día	770
Enjuague de moldes sin tratamiento químico	
Tiempo (s)	623,46
Número de empleados	2
Cantidad de moldes	40
Lavado de tapas sin tratamiento químico	
Hora inicial:	07:15
Hora final:	07:48
Número de empleados:	1
Cantidad de tapas:	97
Enjuague de tapas sin tratamiento químico	
Tiempo (s)	253,47
Número de empleados	1
Cantidad de tapas	97

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

Tabla 2.17 Datos recolectados el 17 de marzo del 2004.

Lavado de moldes sin tratamiento químico	
Hora inicial del lavado	08:29
Hora final del lavado	09:06
Cantidad de moldes	125
HC-10 utilizado (g)	800
Guantes de látex/día	30
Fibras sintéticas/día	7
Número de empleados	6
Moldes/día	770
Enjuague de moldes sin tratamiento químico	
Tiempo (s)	145,04
Número de empleados	2
Cantidad de moldes	20
Lavado de tapas sin tratamiento químico	
Hora inicial:	07:32
Hora final:	08:25
Número de empleados:	1
Cantidad de tapas:	238
Enjuague de tapas sin tratamiento químico	
Tiempo (s)	710,3
Número de empleados	1
Cantidad de tapas	238

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

Con todos los datos aportados anteriormente, se pueden realizar algunos cálculos que reflejen el costo de los diferentes parámetros por molde.

A continuación se muestran tablas que resumen cada día de observación.

Tabla 2.18 Costo por molde de los diferentes parámetros para el 25 de febrero del 2004.

Lavado de moldes sin tratamiento químico	
Tiempo de lavado medido (horas)	6,417
Tiempo mano de obra (horas)	0,039
Cantidad de HC-10 (gramos)	4,878
Cantidad de fibras sintéticas (unidades)	0,009
Cantidad de guantes de látex (unidades)	0,039
Costo mano de obra	□26,019
Costo del HC-10	□5,787
Costo de las fibras sintéticas	□3,830
Costo guantes látex	□0,645
Costo total de la operación	□ 36,281
Enjuague de moldes sin tratamiento químico	
Volumen de agua consumido (Litros)	5,180
Tiempo medido (minutos)	5,347
Lavado de tapas sin tratamiento químico	
Tiempo medido (minutos)	64,000
Tiempo mano de obra (minutos)	0,256
Costo mano de obra	□2,837
Costo total de la operación	□ 2,837
Enjuague de tapas sin tratamiento químico	
Volumen de agua consumido (Litros)	0,934
Tiempo medido (minutos)	12,047
Tiempo mano de obra (minutos)	0,048
Costo mano de obra enjuague	□0,534
Costo total de la operación	□ 0,534

Costo total de la operación por molde □ 39,652

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

Tabla 2.19 Costo por molde de los diferentes parámetros para el 27 de febrero del 2004.

Lavado de moldes sin tratamiento químico	
Tiempo de lavado medido (horas)	7,583
Tiempo mano de obra (horas)	0,031
Cantidad de HC-10 (gramos)	4,065
Cantidad de fibras sintéticas (unidades)	0,009
Cantidad de guantes de látex (unidades)	0,039
Costo mano de obra	□20,500
Costo del HC-10	□4,822
Costo de las fibras sintéticas	□3,830
Costo guantes látex	□0,645
Costo total de la operación	□29,797
Enjuague de moldes sin tratamiento químico	
Volumen de agua consumido (Litros)	15,592
Tiempo medido (minutos)	24,141
Lavado de tapas sin tratamiento químico	
Tiempo medido (minutos)	155,000
Tiempo mano de obra (minutos)	0,505
Costo mano de obra	□5,596
Costo total de la operación	□5,596
Enjuague de tapas sin tratamiento químico	
Volumen de agua consumido (Litros)	1,175
Tiempo medido (minutos)	3,456
Tiempo mano de obra (minutos)	0,036
Costo mano de obra enjuague	□0,395
Costo total de la operación	□0,395
Costo total de la operación por molde □ 35,788	

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

Tabla 2.20 Costo por molde de los diferentes parámetros para el 29 de febrero del 2004.

Lavado de moldes sin tratamiento químico	
Tiempo de lavado medido (horas)	7,000
Tiempo mano de obra (horas)	0,033
Cantidad de HC-10 (gramos)	3,791
Cantidad de fibras sintéticas (unidades)	0,009
Cantidad de guantes de látex (unidades)	0,039
Costo mano de obra	□22,062
Costo del HC-10	□4,498
Costo de las fibras sintéticas	□3,830
Costo guantes látex	□0,645
Costo total de la operación	□31,034
Enjuague de moldes sin tratamiento químico	
Volumen de agua consumido (Litros)	10,067
Tiempo medido (minutos)	20,782
Lavado de tapas sin tratamiento químico	
Tiempo medido (minutos)	33,000
Tiempo mano de obra (minutos)	0,340
Costo mano de obra	□3,771
Costo total de la operación	□3,771
Enjuague de tapas sin tratamiento químico	
Volumen de agua consumido (Litros)	0,844
Tiempo medido (minutos)	4,225
Tiempo mano de obra (minutos)	0,044
Costo mano de obra enjuague	□0,483
Costo total de la operación	□0,483
Costo total de la operación por molde □ 35,288	

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

Tabla 2.21 Costo por molde de los diferentes parámetros para el día 17 de marzo del 2004.

Lavado de moldes sin tratamiento químico	
Tiempo de lavado medido (horas)	3,700
Tiempo mano de obra (horas)	0,030
Cantidad de HC-10 (gramos)	6,400
Cantidad de fibras sintéticas (unidades)	0,009
Cantidad de guantes de látex (unidades)	0,039
Costo mano de obra	□ 19,684
Costo del HC-10	□ 7,593
Costo de las fibras sintéticas	□ 3,830
Costo guantes látex	□ 0,645
Costo total de la operación	□ 28,012
Enjuague de moldes sin tratamiento químico	
Volumen de agua consumido (Litros)	4,684
Tiempo medido (minutos)	4,835
Lavado de tapas sin tratamiento químico	
Tiempo medido (minutos)	□ 53,000
Tiempo mano de obra (minutos)	□ 0,223
Costo mano de obra	□ 2,468
Costo total de la operación	□ 2,468
Enjuague de tapas sin tratamiento químico	
Volumen de agua consumido (Litros)	0,964
Tiempo medido (minutos)	11,838
Tiempo mano de obra (minutos)	0,050
Costo mano de obra enjuague	□ 0,551
Costo total de la operación	□ 0,551
Costo total de la operación por molde □ 31,032	

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

Ahora se puede estimar un valor promedio de aspectos que resultarían interesantes de analizar. Los resultados se muestran en la tabla 2.22.

Tabla 2.22 Valores promedio de costos por molde para diferentes parámetros.

Lavado y enjuague del conjunto de moldes y tapas sin tratamiento químico	
Costo de mano de obra	□ 26,225
Cantidad de detergente (gramos)	4,784
Cantidad total de agua utilizada (litros)	9,860
Costo total del lavado por molde:	□ 35,440

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

Si se multiplican los valores promedio de costos por molde que se muestran en la tabla 2.22, por el número de moldes que se lavan diariamente (770 moldes), así se obtendrá el costo de lavado por día.

Tabla 2.23 Valores promedio de costos diarios del lavado.

Lavado y enjuague del conjunto de moldes y tapas sin tratamiento químico	
Costo de mano de obra	□ 20193,250
Cantidad de detergente (gramos)	3683,680
Cantidad total de agua utilizada (litros)	7592,200
Costo total diario del lavado de moldes:	□ 27288,880

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

Ahora se podrá cuantificar el costo anual del lavado, al multiplicar los costos diarios de la tabla 2.23 por los días del año que se trabajan (300 aproximadamente).

Tabla 2.24 Valores promedio de costos anuales del lavado.

Lavado y enjuague del conjunto de moldes y tapas sin tratamiento químico	
Costo de mano de obra	□ 6 057 975
Cantidad de detergente (gramos)	1 105 104
Cantidad total de agua utilizada (litros)	2 277 660
Costo total anual del lavado de moldes:	□ 8 186 664

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

2.8 Conclusiones.

- a.** Se logró demostrar que con la construcción del túnel de lavado, sería posible reducir la cantidad de personas que se necesitan en las labores de limpieza de los moldes. Se considera que a lo sumo serían necesarias tres o cuatro empleados para ejecutar la labor, en contraposición con las seis o siete que se utilizan en este momento.
- b.** Se pudo determinar que la cantidad de agua de lavado por utilizar será mucho menor si se realiza la construcción del túnel de lavado, ya que sólo se necesitará el agua inicial para llenar los tanques de recirculación, el agua de reposición por el arrastre y el flujo de agua en el último módulo la cual no será recirculada.
- c.** Se alcanzó a señalar que el uso de detergente para la limpieza de los moldes será mucho más controlado si se realiza la construcción del túnel de lavado. El dosificador de detergente sólo inyectará la cantidad necesaria de acuerdo con la concentración requerida, evitando así la dilapidación de HC-10 que se da en este momento.
- d.** Se consiguió deducir que el acabado de limpieza superficial que dará el túnel de lavado a los moldes será mucho mejor que el método actual. Esto porque, se controlarán algunos parámetros tales como: caudal, presión, temperatura, tiempo de exposición y cantidad de detergente aplicado a cada uno de los moldes.
- e.** Se logró demostrar que con la construcción de la máquina se podrá tener un sistema que permita una correcta selección de los desechos producidos en el lavado. Será posible depositar los efluentes en el lugar más adecuado y será viable separar toda la materia sólida para situarla en otros depósitos.
- f.** Se pudo deducir que la cantidad de efluentes será mucho menor. Este volumen de agua de desecho va a estar supeditada al número de veces que se realice el cambio del agua de lavado en la máquina.

- g.** Se logró ultimar que el precio de final de la máquina será muy alto, pues, se utilizarán sólo elementos fabricados con materiales de naturaleza sanitaria y aceptados por organismos de normalización internacional que regulan a la industria alimenticia.
- h.** Se pudo proyectar que los estándares de limpieza que se obtendrán con el lavado automático serán más altos que los del método actual, debido a que la manipulación de los moldes por parte de personal de la planta será mucho menor, con ello se consigue minimizar los riesgos de contaminación por una manipulación inadecuada.
- i.** Se pudo verificar que el lavado de moldes se realizará de una manera mucho más ágil. Se estima que se podrán lavar hasta 1260 moldes por hora. Esto quiere decir que los 770 moldes que se lavan a diario, se lavarán en aproximadamente 40 minutos.

2.9 Recomendaciones.

- a.** Es necesario realizar un estudio económico más profundo que permita confrontar los beneficios del lavado semiautomático con respecto del método actual de lavado. Además es necesario cuantificar el tiempo de recuperación de la inversión y la rentabilidad que ésta tendría para la compañía.
- b.** Es imperativo, si se construye la máquina, realizar muestreos o pruebas a la calidad del agua de lavado para diversas cantidades de moldes lavados, con el fin de determinar el punto exacto donde se debe realizar el cambio del agua.
- c.** En el caso de que se construya el túnel de lavado, es conveniente que se acatar todas las premisas de diseño que se expusieron anteriormente y elaborar manual para el usuario que se ajuste a las marcas y características de los accesorio utilizados en el ensamble de la máquina.
- d.** En caso de que se construya el túnel, es necesario que se le elabore un Manual de Mantenimiento Preventivo. Éste debe poner especial atención al sistema de regulación de vapor, al mantenimiento de las boquillas, a las bombas, al desgaste de las cadenas, de los piñones y de las guías, a los tres motores de la máquina y al motorreductor de velocidad del mecanismo de transporte.
- e.** Desde el punto de vista del derroche de agua y los insumos utilizados en el lavado actual de los moldes, se recomienda tomar acciones inmediatas para tratar minimizar el consumo en estos dos factores, a fin de cumplir con las normas y principios de carácter ambiental por los cuales se rige la Cooperativa.

Capítulo III.

Elaboración de un Manual de Mantenimiento Preventivo para la descremadora 518

3.1 Introducción.

Desde los inicios de la historia, la humanidad ha tratado de edificar obras y mecanismos que perduren a través de milenios sin que requieran de mucha intervención para los descendientes. Así por ejemplo, las pirámides de Egipto, construidas con gigantescos bloques de granito, han soportado el desgaste provocado por los fuertes vientos del Sahara durante miles de años. Los sacerdotes de muchas religiones antiguas consideraban el oro como metal sagrado, ya que es inerte a la oxidación y permite elaborar objetos que duran muchos años sin un cuidado apreciable. En América Central se encuentran ejemplos de edificios construidos para perdurar, como Tikal en Guatemala y las esferas monolíticas del sur de Costa Rica.

Puesto que no todas las obras son moles de piedra y objetos labrados de oro, el hombre tuvo que aprender a mantener en funcionamiento algunos artefactos o estructuras que forzosamente debía usar para subsistir. Casos típicos son los techos de las edificaciones y los acueductos que utilizaban los romanos para suplir de agua a las ciudades. En este caso, por ejemplo, el hombre aprendió a cubrir con lodo los huecos en el techo y a limpiar los acueductos para mantenerlos limpios de arena.

Conforme pasaron los siglos y la civilización hizo uso de las leyes fundamentales de la física para la construcción de máquinas, se requirió la actividad de mantenimiento. Algunos autores creen, que los procesos de mantenimiento comenzaron a tecnificarse a partir de las ideas del gran ingeniero e inventor Leonardo da Vinci. En la época actual, no se concibe ninguna actividad humana donde no sea necesaria la acción de mantenimiento.

En este mundo globalizado y tendiente al libre comercio, las empresas son conducidas a adoptar normas internacionales muy exigentes y a ser cada vez más competitivas para poder subsistir. Para prevalecer en el mercado todas las industrias deben emprender acciones hacia una disminución de costos de producción, al igual que los tiempos de paro, sin disminuir la calidad. Para ello, es necesario la implantación de Programas de Mantenimiento Preventivo y la aplicación de otras filosofías que vengán a fortalecer la cultura de mantenimiento con que cuenta la empresa.

3.2 Justificación.

La producción de leche en polvo por parte de la Cooperativa de Productores de leche Dos Pinos R.L., se realiza en Planta 7, ubicada en Ciudad Quesada, San Carlos. La leche que aquí se seca debe cumplir con altos estándares de calidad, con el fin de que el producto pueda ser competitivo y se consolide dentro del mercado nacional e internacional.

Actualmente la Cooperativa Dos Pinos R.L en San Carlos cuenta con una Unidad de Mantenimiento Preventivo. Ésta recibe los lineamientos por seguir desde la gerencia ubicada en la planta del Coyol de Alajuela.

En este momento en todo el plantel se cuenta con alrededor de un 20% de los Equipos Utilitarios y Maquinaria Productiva, así como la Instrumentación Metrológica, ya incorporados en un Programa Mantenimiento Preventivo.

Una de la funciones de la Unidad de Mantenimiento consiste en ir agregando cada vez más máquinas al Programa de Mantenimiento Preventivo, por esa razón se tomó la decisión de realizar un Manual de Mantenimiento Preventivo a la descremadora 518, ubicada en planta de secado.

Además, es primordial hacer notar que esta máquina es imprescindible para el proceso secado de la leche, por ello es muy importante que siempre esté en buenas condiciones. Aunado a esto, la descremadora es un equipo especializado, cuyo costo es muy elevado, por lo cual justifica tener un procedimiento donde se minimicen los gastos por reparación o cambios innecesarios de repuestos, se evite el deterioro del equipo y se le saque el mayor provecho a éste, aumentándole la vida útil. Esto dado que el Manual de Mantenimiento Preventivo permite llevar un control y un ordenamiento de actividades programadas, mediante las cuales se pueda tomar medidas y acciones anticipadas a los fallos o posibles paros del equipo.

3.3 Objetivos.

3.3.1 Objetivo general.

- a.** Realizar un Manual de Mantenimiento Preventivo para la descremadora 518, ubicada en la planta de secado de leche, de la Cooperativa de Productores de Leche R.L.

3.3.2 Objetivos específicos.

- a.** Recoger los datos que sean necesarios para completar una ficha técnica para la descremadora 518.
- b.** Redactar el número de tareas necesarias para realizar el debido servicio de mantenimiento preventivo a la descremadora 518.
- c.** Alimentar la base de datos del Sistema de Mantenimiento Preventivo, con toda la información recopilada para elaborar el Manual de Mantenimiento Preventivo, de tal forma que permita la generación las órdenes de trabajo a la descremadora 518.
- d.** Confeccionar un flujograma columnar que muestre el proceso que debe seguir la orden de trabajo dentro de la empresa.
- e.** Determinar el costo anual de repuestos que generaría la introducción de la descremadora al Programa de Mantenimiento Preventivo.

3.4 Marco teórico.

3.4.1 El mantenimiento.

Una definición de mantenimiento muy generalizada podría ser: “El mantenimiento es el conjunto de acciones que conserva en constante y perfecto estado todas las partes de un sistema operacional”. Ésta es una concepción de mantenimiento muy general, ya que no separa el mantenimiento en los diferentes tipos, sino que se refiere al objetivo primordial.

Otra definición pero, en un sentido más amplio dice que: “Se entiende por mantenimiento, la función empresarial a la que se le encomienda el control constante de las instalaciones, así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión, que son necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de las instalaciones productivas, servicios e instrumentos de los establecimientos.”

3.4.2 El Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es un sistema ordenado formado por operaciones, que permiten trabajar a una industria y al equipo, con el máximo de eficiencia, al mínimo costo.

A diferencia del mantenimiento correctivo, que repara los daños una vez que éstos han ocurrido, el mantenimiento preventivo bien aplicado conserva la planta trabajando en las mejores condiciones de operación, evitando paros forzados por reparación de equipo.

Entre otros, se pueden citar los siguientes beneficios del mantenimiento preventivo:

- a. Minimiza el tiempo perdido por paros imprevistos.
- b. Minimiza costos por tiempo extra en mano de obra en reparaciones de daños imprevistos.
- c. Reduce el número de reparaciones.
- d. Reduce el costo por reparaciones, ya que elimina los imprevistos.

- e. Disminuye la cantidad de artículos rechazados, ya que son producto de una mejor condición general del equipo.
- f. Aumenta la vida útil del equipo.
- g. Reduce la necesidad de equipo en operación, con ello se reduce la inversión de capital.
- h. Minimiza los costos de mantenimiento, mano de obra y materiales.
- i. Da seguimiento a los costos de cada equipo y permite identificar el uso inadecuado, el abuso del operador y la obsolescencia.
- j. Mejora el control de la existencia (“stock”) de repuestos, lo cual conduce a tener inventario mínimo.
- k. Mejora la eficiencia global de la planta.
- l. Hace que la maquinaria de la empresa opere con mayores condiciones de seguridad, lo cual disminuye los riesgos, baja los costos de seguros por accidentes y mejora la salud ocupacional.
- m. Disminuye el costo unitario de producto.

En síntesis, el sistema de mantenimiento preventivo es de importancia en la economía industrial de la empresa y del país, ya que se tiende a elevar la productividad por colón invertido, disminuye los costos de mantenimiento y mejora las condiciones laborales del personal de operación.

3.4.3 Implantación del Mantenimiento Preventivo.

Como lo establece claramente la definición, el mantenimiento preventivo es un tipo de mantenimiento que necesita para el funcionamiento una adecuada organización, pues se involucran acciones antes y después de efectuar una inspección o tarea.

Acciones antes, por cuanto se tiene que programar los trabajos analizando todos los aspectos, como coordinación con producción, con el propio personal de mantenimiento y el Departamento de Programación.

Acciones después, al tener que analizar toda la información que resulta una vez efectuada las inspecciones, anotando en el historial de la máquina los trabajos más importantes, además de estar estudiando dicho historial para ajustar frecuencias y mejorar el programa.

Es sabido que la implantación del mantenimiento preventivo varía de acuerdo con el tipo de empresa, especialmente los aspectos referidos a la disponibilidad que pueda tener el Departamento de Mantenimiento para realizar las inspecciones con las máquinas paradas, principalmente en empresas dedicadas a la industria alimenticia, ya que trabajan todos los días de la semana y durante varias horas al día.

Lo anterior hace que existan Programas de Mantenimiento Preventivo más especializados que otros. Además, es importante tener presente al hablar de mantenimiento preventivo, que a pesar de existir un procedimiento para la implantación y objetivos generales, no es una estructura rígida, sino flexible.

De modo que con los recursos disponibles aún siendo mínimos, es factible desarrollar un programa de mantenimiento preventivo.

Cuando se habla de recursos mínimos con que cuenta la empresa, se debe entender que el Departamento de Mantenimiento dispone de recursos tales como materiales, repuestos, posibilidad de contratar personal, etcétera.

En este caso el “criterio preventivo” toma mayor importancia, pues existe la necesidad de sustituir sólo las piezas realmente dañadas. El mantenimiento preventivo no está limitado a decir: “las siguientes piezas se deben cambiar”, sino que la inspección se orienta hacia la revisión, especificando cambio o reparación, según el estado encontrado.

Un Programa de Mantenimiento Preventivo, especialmente en la primera parte, requiere de un seguimiento detallado, la persona que está implantando el programa debe verificar la realización de las inspecciones se está efectuando según lo planeado.

Esta relación directa con la realidad del programa, le permitirá al encargado del mantenimiento preventivo compenetrarse con él y realizar los ajustes que sean necesarios. Dicho seguimiento “paso a paso” hará efectiva una mejora del programa de mantenimiento preventivo paralelo al avance.

Otra razón para dar este seguimiento es ir creando una mentalidad preventiva en las personas que ejecutan las inspecciones. La mentalidad preventiva es un concepto que indica que las inspecciones deben de realizarse a conciencia, en forma cuidadosa, de modo que realmente se pueda detectar una deficiencia. El seguimiento también permite instruir a los operarios que ejecutan las inspecciones en cuanto a la forma como deben suministrar la retroalimentación técnica sobre las inspecciones realizadas.

3.4.4 Manuales de Mantenimiento.

Un manual es el medio efectivo para la comunicación de procedimientos adecuados y el mejor camino para llevar a término una tarea. Es una herramienta básica en el adiestramiento técnico del personal y en conocimiento de los equipos con los cuales se trabaja. Existen varios tipos de manuales de utilización general, a saber:

- Manual de Instrucciones.
- Manual de Procedimientos.
- Manual de Orden Interior.
- Manuales Técnicos.
- Manual de Organización.

3.4.5 En qué consiste un manual de mantenimiento.

Consiste en describir las normas, organización y procedimientos que se emplean en una empresa para efectuar la función de mantenimiento. Puede incluir también normas de utilización y reparación de equipos, herramientas e infraestructura.

Así mismo, delimita los conocimientos de gestión de mantenimiento de la organización y la importancia en el logro de los objetivos. El manual puede también proporcionar una base estándar para el adiestramiento y enseñanza del nuevo personal o para el readiestramiento del personal existente.

3.4.6 Ventajas del Manual de Mantenimiento

✓ Directas:

- a.** Evita la duplicación de esfuerzos.
- b.** Eliminación de la interferencia de responsabilidades.
- c.** Se evita el papeleo inconveniente.
- d.** Se establece un mecanismo de control administrativo.

✓ Indirectas:

- a.** Incrementa la calidad del mantenimiento.
- b.** Facilita una base para la operación y evaluación del mantenimiento.
- c.** Proporciona una base para un mejor rendimiento del personal del Departamento de Mantenimiento.

3.4.7 Desventajas del Manual de Mantenimiento.

1. Debido a los procedimientos guiados, disminuye la iniciativa del personal.
2. Para que los manuales sean eficaces son necesarias una revisión y actualización ellos.

3.4.8 Mantenimiento prevenido en Dos Pinos San Carlos.

Actualmente en la Cooperativa de Productores de Leche R.L en San Carlos, existe una Unidad de Mantenimiento Preventivo, ésta se encarga de organizar, estructurar, planear, registrar y administrar las actividades necesarias para la ejecución de tareas periódicas a la maquinaria y equipos utilitarios de la Cooperativa.

La Unidad está constituida por un grupo interdisciplinario responsable de establecer objetivos y coordinar procedimientos idóneos para la ejecución de los mantenimientos de los equipos según la criticidad de éstos y la importancia en los procesos productivos, velando porque todo el trabajo se realice por personal calificado y con las herramientas adecuadas.

La Unidad de Mantenimiento Preventivo cuenta con un avanzado software desarrollado específicamente para el planeamiento, ejecución y control de mantenimiento preventivo, que además, es el eje principal de las distintas actividades dentro de esta Unidad.

3.5 Proceso para el desarrollo e implantación del mantenimiento preventivo en La Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L

3.5.1 Planeamiento y programación.

En la etapa inicial se evalúan los equipos por incluir en el Programa de Mantenimiento Preventivo, determinando los componentes principales de éstos y las subpartes que lo componen. Luego se establecen las tareas por realizar basadas en el criterio ingenieril, recomendaciones de los fabricantes y la experiencia del personal que tiene a cargo los equipos.

Se cuenta con talleres eléctricos y mecánicos en cada una de las áreas de la planta y éstos, a la vez, con un encargado o responsable calificado para prestar el servicio inmediato y de calidad a cada dependencia.

Una vez que se termina de elaborar el conjunto de actividades de mantenimiento para el equipo en estudio y éste es avalado por el personal de la Unidad de Mantenimiento Preventivo, el manual es ingresado al software de la Unidad de Mantenimiento Preventivo conocido como Sistema de Mantenimiento Preventivo. En él se programan las frecuencias de las tareas, repuestos y herramientas necesarios para realizar los servicios de mantenimiento.

3.5.2 Control de inventarios y solicitud de compra de repuestos industriales.

Una vez programadas y establecidas las tareas por hacer, se determinan los repuestos requeridos en cambio de partes. Para ello se realizan solicitudes de repuestos, las cuales son tramitadas por la Gerencia de Compras, según la cantidad requerida y la disponibilidad de ellos en bodega.

Todo repuesto es ingresado al Sistema de Mantenimiento Preventivo en donde se programan los pedidos por realizar, se ingresan los diagramas de los planos donde se hace referencia y ubicación de cada repuesto, se establecen las familias y bodegas a los cuales pertenecerán los repuestos según el fabricante de los equipos.

Se cuenta con una bodega de repuestos industriales con un amplio surtido de repuestos originales que son utilizados en primera estancia para mantenimientos correctivos y programados. Sin embargo, dependiendo de las existencias pueden ser utilizados para mantenimiento preventivo, por ello se incurre en lo que se denomina como Salidas por Mantenimiento Preventivo (SAP).

Al cierre de cada mes se registran y analizan los saldos de unidades de bodegas industriales para determinar los movimientos generados en el mes. Se cuenta también con un software para el control de inventarios conocidos como DECSA, el cual interactúa en conjunto con el Sistema de Mantenimiento Preventivo.

3.5.3 Control y ejecución de órdenes de trabajo.

Los trabajos de servicio de reparación e inspección de los equipos serán ejecutados utilizando las Órdenes de Trabajo correspondientes, éstas son programadas y dirigidas a cada encargado o responsable de los talleres en las distintas áreas de la Planta.

Las órdenes de trabajo cuentan con una serie de información que detalla paso a paso el procedimiento para realizar cada inspección tomando en cuenta factores como la seguridad de las personas, las herramientas por utilizar, los tiempos de duración de la tarea, los repuestos requeridos en el cambio de partes y el tipo de trabajo por ejecutar.

Una vez que la Orden de Trabajo se ejecuta, es revisada por el encargado del taller y éste la devuelve a la Unidad de Mantenimiento Preventivo, donde la información suministrada se incorpora en el Sistema de Mantenimiento Preventivo para retroalimentar el historial de las máquinas y costear el trabajo realizado.

Seguidamente, las Órdenes de Trabajo finalizadas y costeadas son ordenadas, clasificadas y registradas en el archivo de Órdenes de Trabajo ejecutadas.

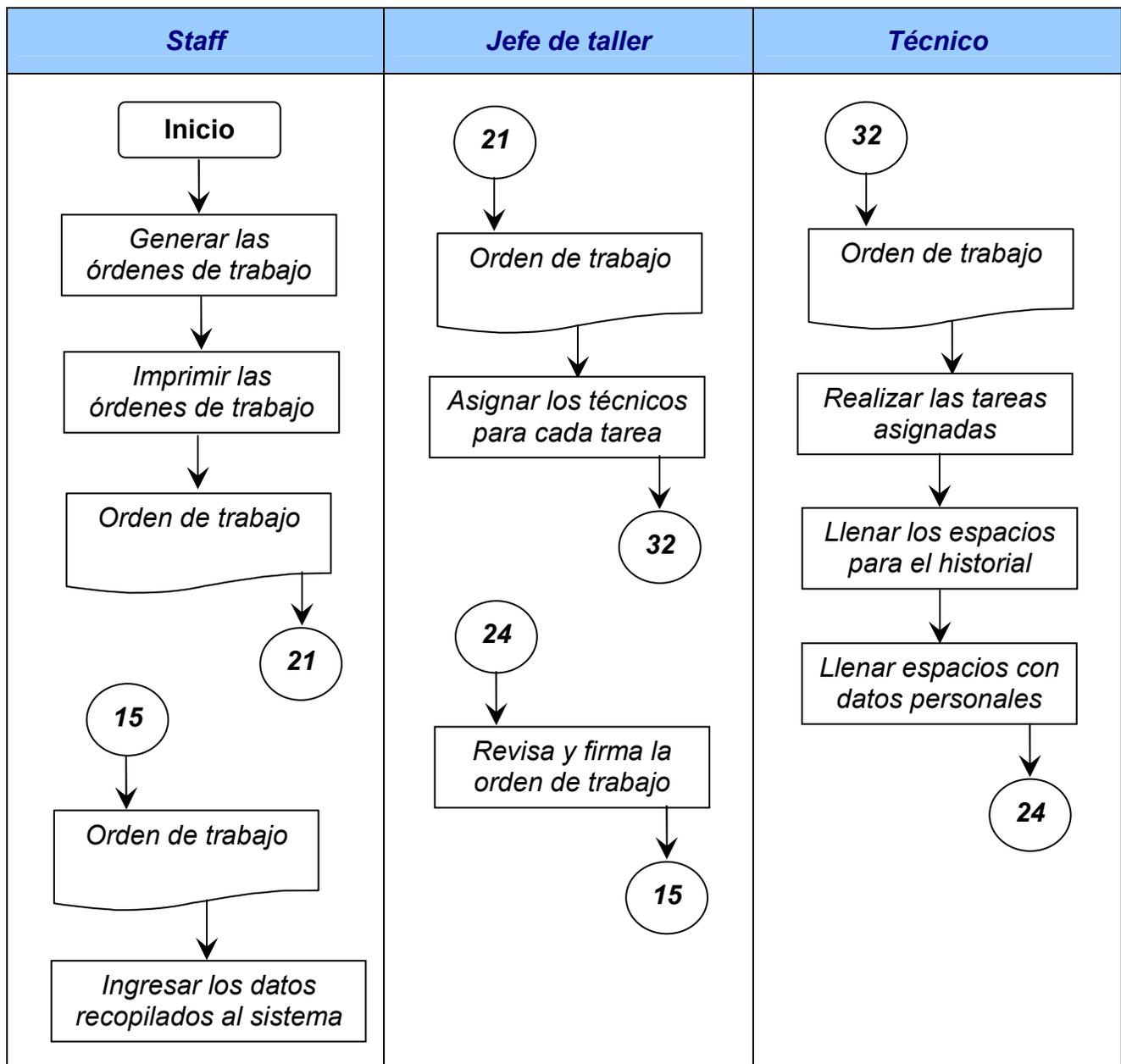
3.5.4 Control de herramientas.

Cada taller y el personal que en ellos labora, cuenta con las herramientas necesarias y adecuadas que les permiten realizar el trabajo diario de la manera más ágil, segura y exacta. Con esto se garantiza que los equipos no sufran daños adicionales por utilización de una herramienta no diseñada para hacer un trabajo en específico.

A menudo se realiza un control exhaustivo de la herramienta con que se cuenta, donde el personal se compromete a mantenerla en óptimas condiciones y utilizarla para lo cual fue diseñada respondiendo por daños o pérdida en que pueda incurrir al manipularla.

3.6 Procedimiento utilizado para realizar las tareas o inspecciones.

Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L
 Unidad de Mantenimiento Preventivo
 Última revisión: 12/02/2004



Fuente: Elaborado por el Sustentante.

3.7 Manual de Mantenimiento Preventivo.

3.7.1 Selección de la máquina.

La máquina seleccionada para realizar el Manual de Mantenimiento Preventivo fue asignada por la Unidad de Mantenimiento Preventivo de la Cooperativa Dos Pinos R.L.

El criterio de selección de las máquinas que se van a integrar al plan de mantenimiento preventivo, se basa en la criticidad que éstas tienen en el proceso productivo.

En este caso se asignó la descremadora 518 de Alfa Laval (ver anexo #3). Este equipo es vital para el proceso de secado de la leche (máquina cuello de botella), ya que aquí se hace la separación de la crema de la leche, para que posteriormente se pueda dar el contenido graso que requiere ésta para ser secada, convertida en leche en polvo lista para empacar y comercializar.

3.7.2 Estudio técnico de la máquina.

Esta etapa es una de las más importantes del proceso de elaboración de un Manual de Mantenimiento Preventivo. En primer lugar, se realizó un estudio de todo el Manual de instrucción, operación y repuestos de la descremadora 518 de Alfa Laval, con el fin de conocer cada una de las partes que componen el mecanismo de la descremadora y la función de cada una de ellas dentro de éste.

En esta etapa también fue trascendental realizar entrevistas a la gente que se halla en contacto con la descremadora. Para eso se consultó a los ingenieros a cargo en la planta de secado, los mecánicos, los electricistas y los operadores de la máquina, todos ellos son una fuente muy valiosa de información y permitieron identificar los fallos más comunes y los servicios de reparación o cambio que frecuentemente se realizan a la descremadora.

Posterior a esta etapa, ya se tiene una noción clara de la ubicación de la máquina dentro del proceso de secado de la leche, se conoce cuál es el funcionamiento de la descremadora, se está al tanto de las principales partes que componen el sistema de separación de la leche y se conocen los principales requerimientos de mantenimiento que la descremadora necesita.

3.7.3 Ficha técnica de la descremadora 518.

La Unidad de Mantenimiento Preventivo se ha encargado de la confección de fichas técnicas para cada una de las máquinas que se encuentran dentro del plantel. Este proceso de confección de fichas no ha sido terminado, por eso algunas máquinas aún no tienen fichas o están incompletas. En el caso de la descremadora 518 se tuvo que completar la ficha técnica y para cumplir con esta tarea se hizo una inspección de la máquina, con el fin de recolectar los datos que aún hacían falta. La presentación final de la ficha técnica se presenta en el anexo #4.

3.7.4 Codificación de las máquinas.

La planta cuenta con un sistema de codificación que se divide de la siguiente manera:

3.7.4.1 Código para repuestos en los catálogos de máquinas.



Figura 3.1 Codificación de los repuestos en el catálogo de máquinas.

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

Nota: el número de explosión corresponde al número que posee el repuesto en el plano del catálogo.

Ejemplo de la codificación para un repuesto:



Figura 3.2 Ejemplo de la codificación de los repuestos en el catálogo de máquinas.

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

- R4: Catálogo correspondiente a la descremadora 518 Alfa Laval de planta de secado.
- 021: Página 021 del catálogo R4 que corresponde al despiece del rotor de la descremadora.
- 004: Número de explosión que corresponde al distribuidor del rotor de la descremadora.

3.7.4.2 Código para las unidades de mantenimiento.

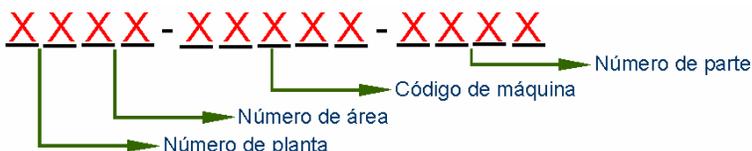


Figura 3.3 Codificación para las unidades de mantenimiento.

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

Ejemplo de la codificación para una unidad de mantenimiento:



Figura 3.4 Ejemplo de codificación para las unidades de mantenimiento.

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

- P7: Indica que la máquina se encuentra en Planta 7 o Planta de secado de leche.
- 02: Muestra que la máquina está en el área de estandarización.
- DES01: Revela que la máquina se trata de la descremadora 518 con el consecutivo 01.
- TRAN: Indica que la parte es el sistema de transmisión de potencia.

3.7.4.3 Código para las tareas del Programa de Mantenimiento Preventivo.

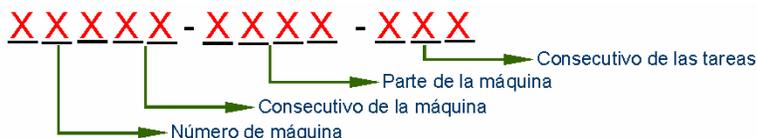


Figura 3.5 Codificación para las tareas del Programa de Mantenimiento Preventivo.

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

Ejemplo de la codificación de una tarea de Mantenimiento Preventivo:

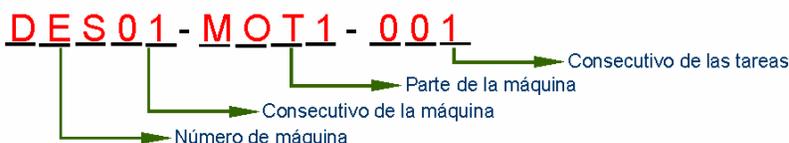


Figura 3.6 Ejemplo de codificación para las tareas del Programa de Mantenimiento Preventivo.

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

DES01: Revela que la máquina corresponde a la descremadora 518 con el consecutivo 01.

MOT1: Indica que la tarea debe realizarse en el motor de la descremadora 518.

001: Muestra que la tarea número 001 se le debe realizar al motor.

3.7.5 División de la máquina en partes y subpartes.

La división de la máquina en partes y subpartes fue diseñada siguiendo el flujo de potencia del sistema.

Esta segmentación consistió en dividir en pequeños subsistemas a todo el conjunto que compone el sistema de separación de leche o descremadora.

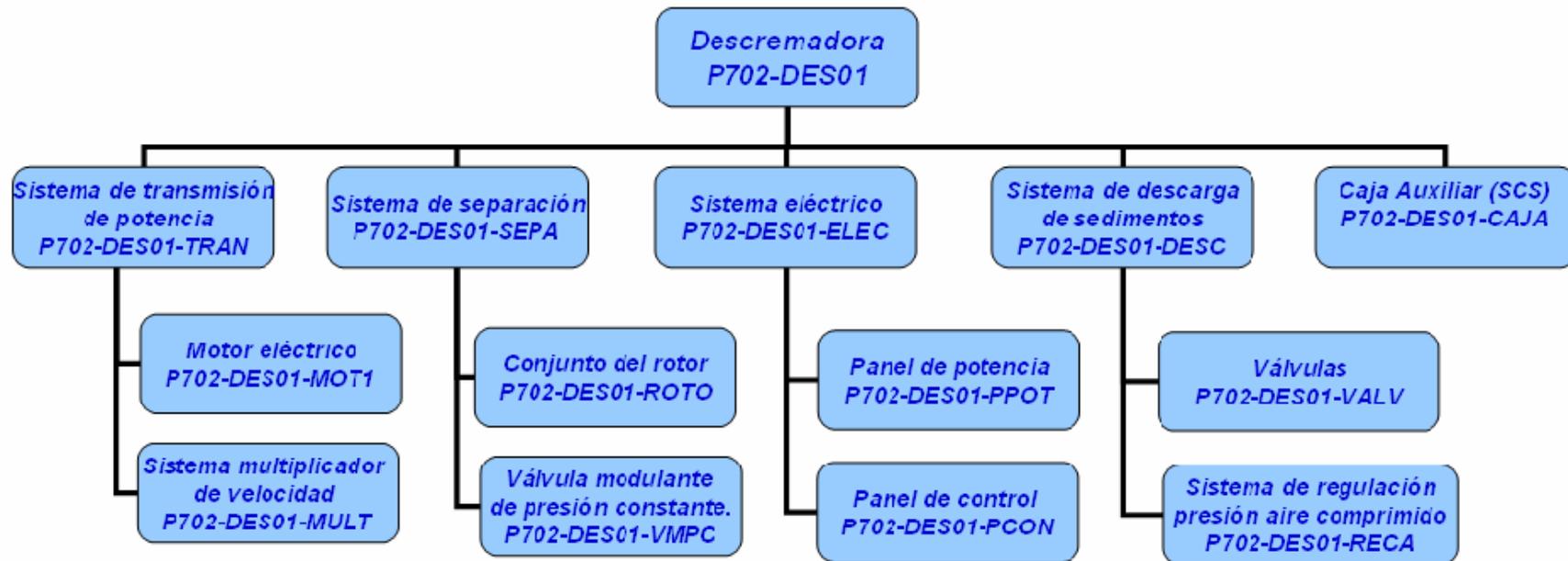
La subdivisión final de la máquina en partes y subpartes se muestra en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Subdivisión de la descremadora 518 en partes y subpartes

Parte	Subparte
Sistema de transmisión de potencia	➤ Motor Eléctrico
	➤ Sistema multiplicador de velocidad
Sistema de separación	➤ Conjunto del rotor
	➤ Válvula modulante de presión constante
Sistema eléctrico	➤ Panel de potencia
	➤ Panel de control
Sistema de descarga de sedimentos	➤ Válvulas
	➤ Sistema de regulación del aire comprimido
Caja Auxiliar	➤ Válvulas

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

3.7.6 Árbol de subdivisión de partes y subpartes.



Fuente: Elaborado por el Sustentante.

3.7.7 Elaboración del Manual de Mantenimiento Preventivo.

Para la elaboración del Manual de Mantenimiento Preventivo, en primer lugar, se fabrican a mano hojas con las inspecciones o tareas, esto es, sin el uso de un software especializado en mantenimiento preventivo.

Es necesario hacer varios ensayos o pruebas hasta llegar a las hojas de inspección con las tareas definitivas. En cada una de estas pruebas se le va agregando y quitando información hasta que se consigue tener la información justa.

Lo primero que se anotará en la hoja de tareas es el código de la inspección, siguiendo el formato de código que previamente se ha especificado.

Posteriormente se debe anotar la frecuencia con la cual se debe realizar la tarea, además se ha de asignar el tiempo de duración que debe tener cada tarea, generalmente basada en la experiencia de los mecánicos. También se adjunta la especialidad que debe tener el encargado de realizar la tarea, según sea mecánica o eléctrica.

Luego es necesario especificar la parte donde se efectuará la tarea, haciendo una referencia al manual de la máquina del dispositivo al que se le ejecutará la tarea. Para hacer esta referencia se utiliza un formato ya establecido que se muestra en la figura 3.7.



Figura 3.7 Codificación utilizada para hacer una referencia al Manual de la máquina.

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

Ejemplo de referencia:

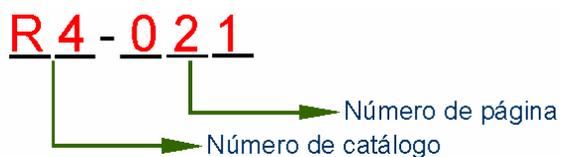


Figura 3.7 Ejemplo de la codificación utilizada para hacer una referencia al Manual de la máquina.

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

A continuación y como norma acogida por la Unidad de Mantenimiento Preventivo, se procede a anotar en las hojas de tareas un lema de seguridad, el cual reza lo siguiente:

“LA SEGURIDAD ES PRIMERO:

EL PERSONAL DEBE ESTAR DEBIDAMENTE CALIFICADO Y FAMILIARIZADO CON LA OPERACIÓN Y PELIGROS INVOLUCRADOS DE ESTE EQUIPO, RECUERDE TOMAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS A LA HORA DE REALIZAR ESTA TAREA. EL NO SEGUIR ESTA PRECAUCIÓN PUEDE DAR COMO RESULTADO DAÑO A LA PERSONA O LA DESTRUCCIÓN DEL EQUIPO.”

Con la anotación de esta directriz, se pretende que el personal dedicado al mantenimiento preventivo se preocupe por la seguridad propia y por la de las demás personas que se encuentran alrededor. Después de esto se anota una orientación al técnico encargado de realizar la tarea, en donde se le indica cuál debe ser el estado del sistema o parte del sistema que se está evaluando. Se dan orientaciones tales como: con el motor funcionando, con el motor apagado, con el sistema sin energía, con la máquina detenida, etc.

Seguidamente se hace el listado de las tareas que estarán incluidas dentro de la orden de trabajo. Se debe realizar un desglose de la inspección, anotar parámetros recomendados (si los tiene), dar una referencia al manual de la máquina y facilitar una orientación, que dependerá del tipo de tarea a realizar, tales como reporte, informe, corregir si es necesario, limpiar, resocar, cambiar, etcétera.

Si la tarea amerita el cambio de algún repuesto se deben incluir todos los parámetros que permitan encontrar el repuesto de una manera ágil. Se debe anotar el número de parte, descripción, el catálogo, la bodega y la cantidad de artículos de este tipo que necesita el dispositivo al que se le hará el cambio.

Posteriormente es necesario adjuntar otro eslogan, en este caso de carácter ambiental. Éste ya está normado y dice:

“EVITE DESPERDICIOS Y DERRAMES.

DISPONGA ADECUADAMENTE DE LOS DESECHOS OBTENIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA TAREA, LA DEPOSICIÓN DE ESTOS DESECHOS DEBE SER ACORDE CON LAS EXIGENCIAS Y LA POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.”

Posteriormente se adjunta una nueva orientación al técnico a cargo de la tarea, la cual se muestra a continuación:

“CUALQUIER ANOMALÍA QUE OBSERVE COMUNÍQUESELA A SU SUPERVISOR PARA QUE programe los cambios necesarios, así como también el abastecimiento de repuestos y herramientas.”

3.7.8 Tareas de mantenimiento preventivo para la descremadora 518.

CÓDIGO DE TAREA: DES01-MOT1-001

FRECUENCIA: 4 SEMANAS

TIEMPO: 30 MINUTOS

ESPECIALIDAD: ELÉCTRICA

AL MOTOR ELÉCTRICO DE LA DESCREMADORA 518 (R4-015-001) DE PLANTA 7, REVISAR:

LA SEGURIDAD ES PRIMERO:

EL PERSONAL DEBE ESTAR DEBIDAMENTE CALIFICADO Y FAMILIARIZADO CON LA OPERACIÓN Y PELIGROS INVOLUCRADOS DE ESTE EQUIPO, RECUERDE TOMAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS A LA HORA DE REALIZAR ESTA TAREA. EL NO SEGUIR ESTA PRECAUCIÓN PUEDE DAR COMO RESULTADO DAÑO A LA PERSONA O LA DESTRUCCIÓN DEL EQUIPO.

CON EL MOTOR FUNCIONANDO.

- MIDA LA CORRIENTE DEL MOTOR CON UN AMPERÍMETRO DE GANCHO EN LOS CABLES UBICADOS EN EL PANEL DE POTENCIA. ANOTE LOS VALORES LEÍDOS (EL VALOR NOMINAL ES DE 80 A).

- COMPARE LAS LECTURAS OBTENIDAS DE CORRIENTE PARA CADA LÍNEA Y ASEGÚRESE QUE SE ENCUENTREN BALANCEADAS. EN CASO DE QUE EXISTA DESBALANCE, BUSQUE LA POSIBLE CAUSA DEL PROBLEMA. REPORTE.

- MEDIANTE EL EMPLEO DE UN VOLTÍMETRO, OBTENGA LOS VALORES DE TENSIÓN EN LOS TERMINALES DE LAS LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN DEL MOTOR UBICADOS EN EL PANEL DE POTENCIA, ANOTE EL VALOR OBTENIDO. (EL VALOR NOMINAL ES DE 240 VAC.)

- CON BASE EN SU EXPERIENCIA VERIFIQUE QUE NO EXISTAN RUIDOS O VIBRACIONES FUERA DE LOS QUE SE PRODUCEN EN EL FUNCIONAMIENTO NORMAL DEL MOTOR. BUSQUE OLORES PROVENIENTES DEL INTERIOR DEL MOTOR QUE PUEDAN DAR INDICIOS DE POSIBLES PROBLEMAS DE SOBRECALENTAMIENTO.

- VERIFIQUE QUE LOS ANCLAJES DEL MOTOR SE ENCUENTREN BIEN SUJETADOS Y QUE NO EXISTA SOLTURA MECÁNICA EN ALGUNA DE LAS PARTES DE LA ESTRUCTURA DE MOTOR. SOCAR SI ES NECESARIO.

- EN LA PARTE EXTERNA DEL MOTOR CERCÍÓRESE QUE ESTE SE ENCUENTRE LIBRE DE POLVO, HUMEDAD O SALPICADURAS DE CUALQUIER OTRO TIPO DE RESIDUO CON EL QUE ESTE PUEDA ENTRAR EN CONTACTO. CORREGIR SI ES NECESARIO.

- EVITE DESPERDICIOS Y DERRAMES.

DISPONGA ADECUADAMENTE DE LOS DESECHOS OBTENIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA TAREA, LA DEPOSICIÓN DE ESTOS DESECHOS DEBE SER ACORDE CON LAS EXIGENCIAS Y LA POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

CUALQUIER ANOMALÍA QUE OBSERVE COMUNÍQUESELA A SU SUPERVISOR PARA QUE PROGRAME LOS CAMBIOS NECESARIOS, ASÍ COMO TAMBIÉN EL ABASTECIMIENTO DE REPUESTOS Y HERRAMIENTAS.

CÓDIGO DE TAREA: DES01-MOT1-002

FRECUENCIA: 52 SEMANAS

TIEMPO: 240 MINUTOS

ESPECIALIDAD: ELÉCTRICA

AL MOTOR ELÉCTRICO DE LA DESCREMADORA (R4-015-001) DE PLANTA 7, CAMBIAR:

LA SEGURIDAD ES PRIMERO:

EL PERSONAL DEBE ESTAR DEBIDAMENTE CALIFICADO Y FAMILIARIZADO CON LA OPERACIÓN Y PELIGROS INVOLUCRADOS DE ESTE EQUIPO, RECUERDE TOMAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS A LA HORA DE REALIZAR ESTA TAREA. EL NO SEGUIR ESTA PRECAUCIÓN PUEDE DAR COMO RESULTADO DAÑO A LA PERSONA O LA DESTRUCCIÓN DEL EQUIPO.

CON EL MOTOR APAGADO:

- EN LA PARTE INTERNA DEL MOTOR CERCÍÓRESE QUE ÉSTE SE ENCUENTRE LIBRE DE POLVO, HUMEDAD O CUALQUIER OTRO TIPO DE RESIDUO CON EL QUE PUEDA ENTRAR EN CONTACTO. COMPROBAR QUE EL ESTADO INTERNO DEL MOTOR ES BUENO, EXAMINAR SI EXISTE DESGASTE DE COMPONENTES, PANDEO DEL EJE, CORROSIÓN, SUCIEDAD, HUMEDAD, ETC. CORREGIR SI ES NECESARIO.
- EXAMINE EL ESTADO DE LAS CONEXIONES ELÉCTRICAS, VERIFIQUE QUE NO EXISTAN CABLES SIN RECUBRIMIENTO O CON RECUBRIMIENTO DAÑADO. CAMBIAR SI ES NECESARIO. VERIFIQUE QUE NO EXISTAN FALSOS CONTACTOS O MAL ESTADO DE LOS TERMINALES DE ALIMENTACIÓN. SOCAR O CORREGIR SI ES NECESARIO.
- VALORE EL ESTADO DE LOS DEVANADOS DEL MOTOR, HUELA EN EL INTERIOR PARA DETECTAR OLORES PROVENIENTES DEL SOBRECALENTAMIENTO DEL AISLAMIENTO.
- DESCONECTE LAS LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN Y MIDA LA RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS DEL ESTATOR, LOS VALORES OBTENIDOS DEBEN SER IGUALES PARA LOS TRES DEVANADOS. REPORTE.
- VERIFIQUE EL ESTADO DEL AISLAMIENTO ENTRE FASES Y ENTRE CADA FASE Y TIERRA. COMPARE LOS VALORES OBTENIDOS CON EL MEGGER, CON LOS DATOS REGISTRADOS ANTERIORMENTE, SÍ NOTA QUE LOS VALORES TIENDEN A DISMINUIR. REPORTE.

- CAMBIE LOS RODAMIENTOS DEL MOTOR:

PARTE	DESCRIPCIÓN	CATÁLOGO	BODEGA	CANTIDAD
6313-ZZC3	ROL	S/N	138-79	1
6311-ZZC3	ROL	S/N	138-S/N	1

- EVITE DESPERDICIOS Y DERRAMES.

DISPONGA ADECUADAMENTE DE LOS DESECHOS OBTENIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA TAREA, LA DEPOSICIÓN DE ESTOS DESECHOS DEBE SER ACORDE CON LAS EXIGENCIAS Y LA POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

CUALQUIER ANOMALÍA QUE OBSERVE COMUNÍQUESELA A SU SUPERVISOR PARA QUE programe los cambios necesarios, así como también el abastecimiento de repuestos y herramientas.

CÓDIGO DE TAREA: DES01-MOT1-003

FRECUENCIA: 13 SEMANAS

TIEMPO: 30 MINUTOS

ESPECIALIDAD: MECÁNICA

AL FRENO DEL MOTOR ELÉCTRICO DE LA DESCREMADORA 518 (R4-241) DE PLANTA 7, REVISAR:

LA SEGURIDAD ES PRIMERO:

EL PERSONAL DEBE ESTAR DEBIDAMENTE CALIFICADO Y FAMILIARIZADO CON LA OPERACIÓN Y PELIGROS INVOLUCRADOS DE ESTE EQUIPO, RECUERDE TOMAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS A LA HORA DE REALIZAR ESTA TAREA. EL NO SEGUIR ESTA PRECAUCIÓN PUEDE DAR COMO RESULTADO DAÑO A LA PERSONA O LA DESTRUCCIÓN DEL EQUIPO.

CON EL MOTOR APAGADO.

- EXAMINE EL ESTADO DE LA ZAPATA (R4-241-001) Y DE LA POLEA DEL FRENO DEL MOTOR, VERIFIQUE QUE EL DESGASTE SEA UNIFORME EN TODA SU SUPERFICIE, QUE NO EXISTA OXIDACIÓN, POLVO, ETC. CAMBIE O LIMPIE SI ES NECESARIO.

- ASEGÚRESE QUE EL MUELLE O RESORTE (R4-241-003) QUE ACCIONA EL FRENO ESTÉ EN BUENAS CONDICIONES. INFORME.

- CERCÍOARSE QUE LA CONEXIÓN DE AIRE COMPRIMIDO NO TENGA FUGAS Y QUE EL SISTEMA PISTÓN-CILINDRO NO PRESENTE GOLPES Y ESTÉ TOTALMENTE HERMÉTICO. CORREGIR SI ES NECESARIO.

- VERIFIQUE QUE LAS REJILLAS DE SUCCIÓN DE AIRE PARA ENFRIAMIENTO DEL MOTOR ESTEN LIBRES DE AGENTES QUE IMPIDAN EL LIBRE FLUJO DE AIRE. LIMPIAR SI ES NECESARIO.

- COMPRUEBE QUE EL CUERPO Y LAS ASPAS DEL ABANICO ESTÉN EN BUEN ESTADO. VERIFIQUE QUE ESTÉN LIMPIOS, LIBRES DE POLVO, ETC. LIMPIAR SI ES NECESARIO.

- EVITE DESPERDICIOS Y DERRAMES.

DISPONGA ADECUADAMENTE DE LOS DESECHOS OBTENIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA TAREA, LA DEPOSICIÓN DE ESTOS DESECHOS DEBE SER ACORDE CON LAS EXIGENCIAS Y LA POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

CUALQUIER ANOMALÍA QUE OBSERVE COMUNÍQUESELA A SU SUPERVISOR PARA QUE programe los cambios necesarios, así como también el abastecimiento de repuestos y herramientas.

CÓDIGO DE TAREA: DES01-MULT-001

FRECUENCIA: 1 SEMANAS

TIEMPO: 10 MINUTOS

ESPECIALIDAD: MECÁNICA

AL SISTEMA DE MULTIPLICACIÓN DE VELOCIDAD DE LA DESCREMADORA 518 (R4-214) DE PLANTA 7, REVISAR:

LA SEGURIDAD ES PRIMERO:

EL PERSONAL DEBE ESTAR DEBIDAMENTE CALIFICADO Y FAMILIARIZADO CON LA OPERACIÓN Y PELIGROS INVOLUCRADOS DE ESTE EQUIPO, RECUERDE TOMAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS A LA HORA DE REALIZAR ESTA TAREA. EL NO SEGUIR ESTA PRECAUCIÓN PUEDE DAR COMO RESULTADO DAÑO A LA PERSONA O LA DESTRUCCIÓN DEL EQUIPO.

CON EL EQUIPO FUERA DE SERVICIO.

- LIMPIE LA MIRILLA DEL NIVEL DE ACEITE (R4-214-00A) DE MANERA QUE PUEDA VERIFICAR LA CANTIDAD DE ACEITE CON QUE CUENTA EL SISTEMA. COMPRUEBE QUE TIENE EL NIVEL DE ACEITE REQUERIDO, EL CUAL DEBE ESTAR SITUADO POR ENCIMA DE LA MITAD DEL VIDRIO DE NIVEL. RELLENE SI ES NECESARIO.

# DE PARTE	DESCRIPCIÓN	CATÁLOGO	ARTÍCULO	CANTIDAD
542690	ACEITE PARA ENGRANES	R4-422	11	REVISAR

- VERIFIQUE QUE LA PARTE EXTERNA DE LA CARCAZA SE ENCUENTRA LIMPIA. ASEGÚRESE DE QUE NO EXISTEN DERRAMES O GOTEOS DE LUBRICANTE EN TODO EL CONJUNTO. CORREGIR SI ES NECESARIO.

- EVITE DESPERDICIOS Y DERRAMES.

DISPONGA ADECUADAMENTE DE LOS DESECHOS OBTENIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA TAREA, LA DEPOSICIÓN DE ESTOS DESECHOS DEBE SER ACORDE CON LAS EXIGENCIAS Y LA POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

CUALQUIER ANOMALÍA QUE OBSERVE COMUNÍQUESELA A SU SUPERVISOR PARA QUE PROGRAME LOS CAMBIOS NECESARIOS, ASÍ COMO TAMBIÉN EL ABASTECIMIENTO DE REPUESTOS Y HERRAMIENTAS.

CÓDIGO DE TAREA: DES01-MULT-002

FRECUENCIA: 13 SEMANAS

TIEMPO: 480 MINUTOS

ESPECIALIDAD: MECÁNICA

AL SISTEMA DE MULTIPLICACIÓN DE VELOCIDAD DE LA DESCREMADORA 518 (R4-214) DE PLANTA 7, CAMBIAR:

LA SEGURIDAD ES PRIMERO:

EL PERSONAL DEBE ESTAR DEBIDAMENTE CALIFICADO Y FAMILIARIZADO CON LA OPERACIÓN Y PELIGROS INVOLUCRADOS DE ESTE EQUIPO, RECUERDE TOMAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS A LA HORA DE REALIZAR ESTA TAREA. EL NO SEGUIR ESTA PRECAUCIÓN PUEDE DAR COMO RESULTADO DAÑO A LA PERSONA O LA DESTRUCCIÓN DEL EQUIPO.

CON EL EQUIPO APAGADO:

- REALICE EL CAMBIO COMPLETO DEL KIT INTERMEDIO (R4-114).
- VERIFIQUE QUE LOS EJES DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA NO SE ENCUENTRAN PANDEADOS, DESALINEADOS O CON PROBLEMAS DE DESGASTE EN LA SUPERFICIE.
- COMPRUEBE QUE LA SUPERFICIE DE LOS DIENTES DE LA RUEDA HELICOIDAL (R4-224-002) Y EL TORNILLO SIN FIN (R4-224-001) TENGAN UN DESGASTE UNIFORME Y QUE NO EXISTAN PICADURAS.
- EVITE DESPERDICIOS Y DERRAMES.
DISPONGA ADECUADAMENTE DE LOS DESECHOS OBTENIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA TAREA, LA DEPOSICIÓN DE ESTOS DESECHOS DEBE SER ACORDE CON LAS EXIGENCIAS Y LA POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

CUALQUIER ANOMALÍA QUE OBSERVE COMUNÍQUESELA A SU SUPERVISOR PARA QUE PROGRAME LOS CAMBIOS NECESARIOS, ASÍ COMO TAMBIÉN EL ABASTECIMIENTO DE REPUESTOS Y HERRAMIENTAS.

CÓDIGO DE TAREA: DES01-MULT-003

FRECUENCIA: 52 SEMANAS

TIEMPO: 10 MINUTOS

ESPECIALIDAD: MECÁNICA

AL SISTEMA DE MULTIPLICACIÓN DE VELOCIDAD DE LA DESCREMADORA 518 (R4-214) DE PLANTA 7, REVISAR:

LA SEGURIDAD ES PRIMERO:

EL PERSONAL DEBE ESTAR DEBIDAMENTE CALIFICADO Y FAMILIARIZADO CON LA OPERACIÓN Y PELIGROS INVOLUCRADOS DE ESTE EQUIPO, RECUERDE TOMAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS A LA HORA DE REALIZAR ESTA TAREA. EL NO SEGUIR ESTA PRECAUCIÓN PUEDE DAR COMO RESULTADO DAÑO A LA PERSONA O LA DESTRUCCIÓN DEL EQUIPO.

CON EL EQUIPO APAGADO:

- VERIFIQUE QUE EL SENSOR DE VELOCIDAD (R4-242) ESTÉ CORRECTAMENTE FIJADO, QUE SUS CONEXIONES ELÉCTRICAS ESTÉN BUEN ESTADO, QUE EL DISPOSITIVO DE SENSADO ESTÉ LIMPIO Y EN BUEN POSICIONAMIENTO PARA LA TOMA DE DATOS. CORREGIR SI ES NECESARIO.

- COMPRUEBE QUE EL CONTADOR DE REVOLUCIONES (R4-243) ESTÉ CORRECTAMENTE FIJADO. CORREGIR SI ES NECESARIO.

- EVITE DESPERDICIOS Y DERRAMES.

DISPONGA ADECUADAMENTE DE LOS DESECHOS OBTENIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA TAREA, LA DEPOSICIÓN DE ESTOS DESECHOS DEBE SER ACORDE CON LAS EXIGENCIAS Y LA POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

CUALQUIER ANOMALÍA QUE OBSERVE COMUNÍQUESELA A SU SUPERVISOR PARA QUE PROGRAME LOS CAMBIOS NECESARIOS, ASÍ COMO TAMBIÉN EL ABASTECIMIENTO DE REPUESTOS Y HERRAMIENTAS.

CÓDIGO DE TAREA: DES01-MULT-004

FRECUENCIA: 13 SEMANAS

TIEMPO: 480 MINUTOS

ESPECIALIDAD: MECÁNICA

AL SISTEMA DE MULTIPLICACIÓN DE VELOCIDAD DE LA DESCREMADORA 518 (R4-214) DE PLANTA 7, CAMBIAR:

LA SEGURIDAD ES PRIMERO:

EL PERSONAL DEBE ESTAR DEBIDAMENTE CALIFICADO Y FAMILIARIZADO CON LA OPERACIÓN Y PELIGROS INVOLUCRADOS DE ESTE EQUIPO, RECUERDE TOMAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS A LA HORA DE REALIZAR ESTA TAREA. EL NO SEGUIR ESTA PRECAUCIÓN PUEDE DAR COMO RESULTADO DAÑO A LA PERSONA O LA DESTRUCCIÓN DEL EQUIPO.

CON EL EQUIPO APAGADO:

- REALICE EL CAMBIO DEL ACEITE DEL SISTEMA DE MULTIPLICACIÓN.

# DE PARTE	DESCRIPCIÓN	CATÁLOGO	ARTÍCULO	CANTIDAD
542690	ACEITE PARA ENGRANES	R4-422	11	13 LITROS

- VERIFIQUE QUE EL SERPENTÍN DE REFRIGERACIÓN TENGA TODA LA SUPERFICIE DE INTERCAMBIO DE CALOR BIEN LIMPIA, QUE NO PRESENTE OXIDACIÓN, QUE NO EXISTAN FUGAS. CORREGIR SI ES NECESARIO.

- VERIFIQUE QUE LAS CONEXIONES DE AGUA DEL SERPENTIN DE REFRIGERACION ESTÉN EN BUEN ESTADO, QUE EL FLUJO DE AGUA SEA EL ADECUADO. CORREGIR SI ES NECESARIO.

- EVITE DESPERDICIOS Y DERRAMES.

DISPONGA ADECUADAMENTE DE LOS DESECHOS OBTENIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA TAREA, LA DEPOSICIÓN DE ESTOS DESECHOS DEBE SER ACORDE CON LAS EXIGENCIAS Y LA POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

CUALQUIER ANOMALÍA QUE OBSERVE COMUNÍQUESELA A SU SUPERVISOR PARA QUE PROGRAME LOS CAMBIOS NECESARIOS, ASÍ COMO TAMBIÉN EL ABASTECIMIENTO DE REPUESTOS Y HERRAMIENTAS.

CÓDIGO DE TAREA: DES01-MULT-005

FRECUENCIA: 13 SEMANAS

TIEMPO: 10 MINUTOS

ESPECIALIDAD: MECÁNICA

AL SISTEMA DE MULTIPLICACIÓN DE VELOCIDAD DE LA DESCREMADORA 518 (R4-214) DE PLANTA 7, REVISAR:

LA SEGURIDAD ES PRIMERO:

EL PERSONAL DEBE ESTAR DEBIDAMENTE CALIFICADO Y FAMILIARIZADO CON LA OPERACIÓN Y PELIGROS INVOLUCRADOS DE ESTE EQUIPO, RECUERDE TOMAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS A LA HORA DE REALIZAR ESTA TAREA. EL NO SEGUIR ESTA PRECAUCIÓN PUEDE DAR COMO RESULTADO DAÑO A LA PERSONA O LA DESTRUCCIÓN DEL EQUIPO.

CON EL MOTOR APAGADO:

- EN LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, SOLICITE UN FRASCO PARA QUE PROCEDA A TOMAR UNA MUESTRA DE ACEITE DEL CARTER DEL SISTEMA DEL TRANSMISIÓN PARA REALIZARLE UN ANÁLISIS. VERIFIQUE QUE LOS DATOS DE LA MÁQUINA CORRESPONDAN A LOS ANOTADOS EN EL FRASCO.

- DEBE TENER EN CUENTA QUE LA MUESTRA HA DE SER TOMADA UNOS INSTANTES DESPUÉS DE QUE EL MOTOR ES APAGADO, PARA EVITAR QUE LAS PARTÍCULAS DE DESGASTE SE ASIENTEN, EN UN LUGAR INTERMEDIO ENTRE EL FONDO DEL CARTER Y LA SUPERFICIE DEL ACEITE Y SIGUIENDO TODAS LAS NORMAS DE LIMPIEZA Y MANEJO ADECUADO DE LAS MUESTRAS, CON EL FIN DE NO CONTAMINARLAS. ANOTE DE INMEDIATO LOS DATOS REQUERIDOS EN LA ETIQUETA DEL RECIPIENTE DE LA MUESTRA. CUANDO ÉSTA ESTÉ LISTA LLÉVELA DE INMEDIATO A LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

- BASADO EN SU EXPERIENCIA EVALÚE EL ESTADO DEL ACEITE, COMPRUEBE QUE NO SE PUEDEN DISTINGUIR DIFERENTES FASES COMO LA CAUSADA POR LA INTRODUCCIÓN DE AGUA, QUE NO SE VEA EN EL ACEITE LA PRESENCIA DE ESPUMA, ETC. REPORTE.

- EVITE DESPERDICIOS Y DERRAMES.

DISPONGA ADECUADAMENTE DE LOS DESECHOS OBTENIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA TAREA, LA DEPOSICIÓN DE ESTOS DESECHOS DEBE SER ACORDE CON LAS EXIGENCIAS Y LA POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

CUALQUIER ANOMALÍA QUE OBSERVE COMUNÍQUESELA A SU SUPERVISOR PARA QUE programe los cambios necesarios, así como también el abastecimiento de repuestos y herramientas.

CÓDIGO DE TAREA: DES01-MULT-006

FRECUENCIA: 52 SEMANAS

TIEMPO: 480 MINUTOS

ESPECIALIDAD: MECÁNICA

AL SISTEMA DE MULTIPLICACIÓN DE VELOCIDAD DE LA DESCREMADORA 518 (R4-214) DE PLANTA 7, CAMBIAR:

LA SEGURIDAD ES PRIMERO:

EL PERSONAL DEBE ESTAR DEBIDAMENTE CALIFICADO Y FAMILIARIZADO CON LA OPERACIÓN Y PELIGROS INVOLUCRADOS DE ESTE EQUIPO, RECUERDE TOMAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS A LA HORA DE REALIZAR ESTA TAREA. EL NO SEGUIR ESTA PRECAUCIÓN PUEDE DAR COMO RESULTADO DAÑO A LA PERSONA O LA DESTRUCCIÓN DEL EQUIPO.

CON EL MOTOR APAGADO:

- REALICE EL CAMBIO COMPLETO DEL KIT MAYOR (R4-116).

- EVITE DESPERDICIOS Y DERRAMES.

DISPONGA ADECUADAMENTE DE LOS DESECHOS OBTENIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA TAREA, LA DEPOSICIÓN DE ESTOS DESECHOS DEBE SER ACORDE CON LAS EXIGENCIAS Y LA POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

CUALQUIER ANOMALÍA QUE OBSERVE COMUNÍQUESELA A SU SUPERVISOR PARA QUE programe los cambios necesarios, así como también el abastecimiento de repuestos y herramientas.

CÓDIGO DE TAREA: DES01-PPOT-001

FRECUENCIA: 26 SEMANAS

TIEMPO: 30 MINUTOS

ESPECIALIDAD: ELÉCTRICA

AL PANEL DE POTENCIA DE LA DESCREMADORA 518 (R4-354) DE PLANTA 7, REVISAR:

LA SEGURIDAD ES PRIMERO:

EL PERSONAL DEBE ESTAR DEBIDAMENTE CALIFICADO Y FAMILIARIZADO CON LA OPERACIÓN Y PELIGROS INVOLUCRADOS DE ESTE EQUIPO, RECUERDE TOMAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS A LA HORA DE REALIZAR ESTA TAREA. EL NO SEGUIR ESTA PRECAUCIÓN PUEDE DAR COMO RESULTADO DAÑO A LA PERSONA O LA DESTRUCCIÓN DEL EQUIPO.

EN EL UNITROL DE PLANTA NUEVA QUITA LA ENERGÍA DEL EQUIPO :

- VERIFIQUE QUE EL GABITE DE POTENCIA SE ENCUENTRE LIMPIO Y SIN HUMEDAD. CORREGIR SI ES NECESARIO.

- REVISE EL ESTADO DE INDICADORES LUMINOSOS, BOTONERAS Y ACCESORIOS ELÉCTRICOS. CAMBIAR SI ES NECESARIO.

- ASEGÚRESE QUE LOS TERMINALES DE TODAS LAS CONEXIONES INTERNAS EN EL PANEL DE POTENCIA, ESTÉN BIEN RESOCADAS. RESOQUE SI ES NECESARIO.

- EN EL INTERIOR DEL GABINETE DE POTENCIA VERIFIQUE QUE NO EXISTAN CABLES SIN RECUBRIMIENTO O CON RECUBRIMIENTO DAÑADO. CAMBIAR SI ES NECESARIO.

- EVITE DESPERDICIOS Y DERRAMES.

DISPONGA ADECUADAMENTE DE LOS DESECHOS OBTENIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA TAREA, LA DEPOSICIÓN DE ESTOS DESECHOS DEBE SER ACORDE CON LAS EXIGENCIAS Y LA POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

CUALQUIER ANOMALÍA QUE OBSERVE COMUNÍQUESELA A SU SUPERVISOR PARA QUE PROGRAME LOS CAMBIOS NECESARIOS, ASÍ COMO TAMBIÉN EL ABASTECIMIENTO DE REPUESTOS Y HERRAMIENTAS.

CÓDIGO DE TAREA: DES01-PPOT-002

FRECUENCIA: 52 SEMANAS

TIEMPO: 30 MINUTOS

ESPECIALIDAD: ELÉCTRICA

AL PANEL DE POTENCIA DE LA DESCREMADORA 518 (R4-354) DE PLANTA 7, REALIZAR UNA TERMOGRAFÍA INFRARROJA:

LA SEGURIDAD ES PRIMERO:

EL PERSONAL DEBE ESTAR DEBIDAMENTE CALIFICADO Y FAMILIARIZADO CON LA OPERACIÓN Y PELIGROS INVOLUCRADOS DE ESTE EQUIPO, RECUERDE TOMAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS A LA HORA DE REALIZAR ESTA TAREA. EL NO SEGUIR ESTA PRECAUCIÓN PUEDE DAR COMO RESULTADO DAÑO A LA PERSONA O LA DESTRUCCIÓN DEL EQUIPO.

EN EL UNITROL DE PLANTA NUEVA QUITA LA ENERGÍA DEL EQUIPO:

- REALICE EL ANÁLISIS TERMOGRÁFICO DE TODOS LOS ELEMENTOS DEL PANEL DE POTENCIA.

- LUEGO DE REALIZAR ESTA TAREA, PROCEDA A EJECUTAR LAS RECOMENDACIONES NECESARIAS DE ACUERDO CON EL GRADO DE URGENCIA INDICADA; PREVIA COORDINACIÓN CON EL JEFE DE TALLER ELÉCTRICO.

- EVITE DESPERDICIOS Y DERRAMES.

DISPONGA ADECUADAMENTE DE LOS DESECHOS OBTENIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA TAREA, LA DEPOSICIÓN DE ESTOS DESECHOS DEBE SER ACORDE CON LAS EXIGENCIAS Y LA POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

CUALQUIER ANOMALÍA QUE OBSERVE COMUNÍQUESELA A SU SUPERVISOR PARA QUE programe los cambios necesarios, así como también el abastecimiento de repuestos y herramientas.

CÓDIGO DE TAREA: DES01-PCON-001

FRECUENCIA: 26 SEMANAS

TIEMPO: 30 MINUTOS

ESPECIALIDAD: ELÉCTRICA

AL PANEL DE CONTROL DE LA DESCREMADORA 518 (R4-315) DE PLANTA 7, REVISAR:

LA SEGURIDAD ES PRIMERO:

EL PERSONAL DEBE ESTAR DEBIDAMENTE CALIFICADO Y FAMILIARIZADO CON LA OPERACIÓN Y PELIGROS INVOLUCRADOS DE ESTE EQUIPO, RECUERDE TOMAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS A LA HORA DE REALIZAR ESTA TAREA. EL NO SEGUIR ESTA PRECAUCIÓN PUEDE DAR COMO RESULTADO DAÑO A LA PERSONA O LA DESTRUCCIÓN DEL EQUIPO.

EN EL UNITROL DE PLANTA NUEVA QUITA LA ENERGÍA DEL EQUIPO:

- VERIFIQUE LA LIMPIEZA DE TODO EL PANEL DE CONTROL DEL SISTEMA, CHÉQUEE SI EXISTEN RASTROS DE HUMEDAD O DE ALGÚN OTRO AGENTE QUE SE PUEDA PRESENTAR. LIMPIAR SI ES NECESARIO.

- REVISE EL ESTADO DE INDICADORES LUMINOSOS, BOTONERAS Y ACCESORIOS ELÉCTRICOS. CAMBIAR SI ES NECESARIO.

- ASEGÚRESE QUE LOS TERMINALES DE TODAS LAS CONEXIONES INTERNAS EN EL PANEL DE CONTROL, ESTÉN BIEN RESOCADAS. SOCAR SI ES NECESARIO.

- EN EL INTERIOR DEL GABINETE DE CONTROL VERIFIQUE QUE NO EXISTAN CABLES SIN RECUBRIMIENTO O CON RECUBRIMIENTO DAÑADO. CAMBIAR SI ES NECESARIO.

- EVITE DESPERDICIOS Y DERRAMES.

DISPONGA ADECUADAMENTE DE LOS DESECHOS OBTENIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA TAREA, LA DEPOSICIÓN DE ESTOS DESECHOS DEBE SER ACORDE CON LAS EXIGENCIAS Y LA POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

CUALQUIER ANOMALÍA QUE OBSERVE COMUNÍQUESELA A SU SUPERVISOR PARA QUE programe los cambios necesarios, así como también el abastecimiento de repuestos y herramientas.

CÓDIGO DE TAREA: DES01-PCON-002

FRECUENCIA: 52 SEMANAS

TIEMPO: 30 MINUTOS

ESPECIALIDAD: ELÉCTRICA

AL PANEL DE CONTROL DE LA DESCREMADORA 518 (R4-315) DE PLANTA 7, REALIZAR UNA TERMOGRAFÍA INFRARROJA:

LA SEGURIDAD ES PRIMERO:

EL PERSONAL DEBE ESTAR DEBIDAMENTE CALIFICADO Y FAMILIARIZADO CON LA OPERACIÓN Y PELIGROS INVOLUCRADOS DE ESTE EQUIPO, RECUERDE TOMAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS A LA HORA DE REALIZAR ESTA TAREA. EL NO SEGUIR ESTA PRECAUCIÓN PUEDE DAR COMO RESULTADO DAÑO A LA PERSONA O LA DESTRUCCIÓN DEL EQUIPO.

EN EL UNITROL DE PLANTA NUEVA QUITA LA ENERGÍA DEL EQUIPO:

- REALICE EL ANÁLISIS TERMOGRÁFICO DE TODOS LOS ELEMENTOS DEL PANEL DE CONTROL.

- LUEGO DE REALIZAR ESTA TAREA, PROCEDA A EJECUTAR LAS RECOMENDACIONES NECESARIAS DE ACUERDO CON EL GRADO DE URGENCIA INDICADA; PREVIA COORDINACIÓN CON EL JEFE DE TALLER ELÉCTRICO.

- EVITE DESPERDICIOS Y DERRAMES.

DISPONGA ADECUADAMENTE DE LOS DESECHOS OBTENIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA TAREA, LA DEPOSICIÓN DE ESTOS DESECHOS DEBE SER ACORDE CON LAS EXIGENCIAS Y LA POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

CUALQUIER ANOMALÍA QUE OBSERVE COMUNÍQUESELA A SU SUPERVISOR PARA QUE programe los cambios necesarios, así como también el abastecimiento de repuestos y herramientas.

CÓDIGO DE TAREA: DES01-VMPC-001

FRECUENCIA: 13 SEMANAS

TIEMPO: 120 MINUTOS

ESPECIALIDAD: MECÁNICA

A LA VÁLVULA MODULANTE DE PRESIÓN CONSTANTE DE LA DESCREMADORA 518 (R4-265) DE PLANTA 7, REVISAR:

LA SEGURIDAD ES PRIMERO:

EL PERSONAL DEBE ESTAR DEBIDAMENTE CALIFICADO Y FAMILIARIZADO CON LA OPERACIÓN Y PELIGROS INVOLUCRADOS DE ESTE EQUIPO, RECUERDE TOMAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS A LA HORA DE REALIZAR ESTA TAREA. EL NO SEGUIR ESTA PRECAUCIÓN PUEDE DAR COMO RESULTADO DAÑO A LA PERSONA O LA DESTRUCCIÓN DEL EQUIPO.

- VERIFIQUE QUE NO EXISTAN FUGAS DE PRODUCTO O DE AIRE A TRAVÉS DE ALGUNA PARTE DE CUERPO DE LA VÁLVULA. DE SER AFIRMATIVO DESARME LA VÁLVULA Y CAMBIE LOS DIAFRAGMAS Y LOS SELLOS DE LA VÁLVULA. VER PROCEDIMIENTO DE CAMBIO EN (R4-278).

# DE PARTE	DESCRIPCIÓN	CATÁLOGO	BODEGA	CANTIDAD
9611 92 0119	KIT SERVICIO PARA CPM	R4-284-017	151- 413	1

- EVITE DESPERDICIOS Y DERRAMES.

DISPONGA ADECUADAMENTE DE LOS DESECHOS OBTENIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA TAREA, LA DEPOSICIÓN DE ESTOS DESECHOS DEBE SER ACORDE CON LAS EXIGENCIAS Y LA POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

CUALQUIER ANOMALÍA QUE OBSERVE COMUNÍQUESELA A SU SUPERVISOR PARA QUE programe los cambios necesarios, así como también el abastecimiento de repuestos y herramientas.

CÓDIGO DE TAREA: DES01-RECA-001

FRECUENCIA: 4 SEMANAS

TIEMPO: 15 MINUTOS

ESPECIALIDAD: MECÁNICA

AL SISTEMA DE REGULACIÓN DE PRESIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO, DEL SISTEMA DE AGUA DE MANIOBRA DE LA DESCREMADORA 518 (R4-025) DE PLANTA 7, REVISAR:

LA SEGURIDAD ES PRIMERO:

EL PERSONAL DEBE ESTAR DEBIDAMENTE CALIFICADO Y FAMILIARIZADO CON LA OPERACIÓN Y PELIGROS INVOLUCRADOS DE ESTE EQUIPO, RECUERDE TOMAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS A LA HORA DE REALIZAR ESTA TAREA. EL NO SEGUIR ESTA PRECAUCIÓN PUEDE DAR COMO RESULTADO DAÑO A LA PERSONA O LA DESTRUCCIÓN DEL EQUIPO.

- ASEGÚRESE QUE EL SISTEMA DE REGULACIÓN DE PRESIÓN ESTÉ EN BUENAS CONDICIONES, VERIFIQUE QUE EL MANÓMETRO NO ESTÉ SUCIO O CON LA CARÁTULA REVENTADA. CAMBIE SI ES NECESARIO.

- REVISAR QUE NO EXISTAN FUGAS DE AIRE COMPRIMIDO EN ALGUNO DE LOS COMPONENTES O EN LAS MANGUERAS NEUMÁTICAS. CORREGIR SI ES NECESARIO.

- EVITE DESPERDICIOS Y DERRAMES.

DISPONGA ADECUADAMENTE DE LOS DESECHOS OBTENIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA TAREA, LA DEPOSICIÓN DE ESTOS DESECHOS DEBE SER ACORDE CON LAS EXIGENCIAS Y LA POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

CUALQUIER ANOMALÍA QUE OBSERVE COMUNÍQUESELA A SU SUPERVISOR PARA QUE PROGRAME LOS CAMBIOS NECESARIOS, ASÍ COMO TAMBIÉN EL ABASTECIMIENTO DE REPUESTOS Y HERRAMIENTAS.

CÓDIGO DE TAREA: DES01-CAJA-001

FRECUENCIA: 13 SEMANAS

TIEMPO: 30 MINUTOS

ESPECIALIDAD: MECÁNICA

A LA CAJA AUXILIAR (SCS) DE LA DESCREMADORA 518 (R4-381) DE PLANTA 7, REVISAR:

LA SEGURIDAD ES PRIMERO:

EL PERSONAL DEBE ESTAR DEBIDAMENTE CALIFICADO Y FAMILIARIZADO CON LA OPERACIÓN Y PELIGROS INVOLUCRADOS DE ESTE EQUIPO, RECUERDE TOMAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS A LA HORA DE REALIZAR ESTA TAREA. EL NO SEGUIR ESTA PRECAUCIÓN PUEDE DAR COMO RESULTADO DAÑO A LA PERSONA O LA DESTRUCCIÓN DEL EQUIPO.

- COMPRUEBE QUE EL GABINETE DE LA CAJA AUXILIAR SE ENCUENTRE LIMPIO, SIN HUMEDAD. LIMPIAR SI ES NECESARIO.

-VERIFIQUE QUE EL CUERPO DE LAS VÁLVULAS DE BOLA (R4-386-005), (R4-386-011), DE AGUJA (R4-386-017), DE RETENCIÓN (R4-386-018) Y LAS REDUCTORAS (R4-386-002), (R4-386-004),(R4-386-013), SE ENCUENTREN EN BUEN ESTADO, QUE NO EXISTAN FUGAS, QUE ESTÉN LIBRES DE OXIDACIÓN, GOLPES, ETC. CAMBIAR SI ES NECESARIO.

- VERIFIQUE QUE EL MANÓMETRO (R4-401-014), NO ESTÉ SUCIO O CON LA CARÁTULA REVENTADA. CAMBIE SI ES NECESARIO.

- VERIFIQUE QUE EL FILTRO DE LA UNIDAD DE ABASTECIMIENTO DE AGUA ESTÉ EN BUENAS CONDICIONES. SI ESTÁ SUCIO LIMPIELO, SI ESTÁ ROTO O DAÑADO CÁMBIELO POR UNO NUEVO.

- VERIFIQUE QUE EL FILTRO DE ENTRADA DE AIRE COMPRIMIDO A LA CAJA AUXILIAR ESTÉ EN BUEN ESTADO. SI ESTÁ SUCIO LÍMPIELO, SI ESTÁ ROTO O DAÑADO CÁMBIELO POR UNO NUEVO. ADEMÁS VERIFIQUE QUE EL ORIFICIO DE SALIDA DEL CONDENSADO ESTÉ LIMPIO. LIMPIE SI ES NECESARIO.

- EVITE DESPERDICIOS Y DERRAMES.

DISPONGA ADECUADAMENTE DE LOS DESECHOS OBTENIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA TAREA, LA DEPOSICIÓN DE ESTOS DESECHOS DEBE SER ACORDE CON LAS EXIGENCIAS Y LA POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

CUALQUIER ANOMALÍA QUE OBSERVE COMUNÍQUESELA A SU SUPERVISOR PARA QUE programe los cambios necesarios, así como también el abastecimiento de repuestos y herramientas.

CÓDIGO DE TAREA: DES01-VALV-001

FRECUENCIA: 13 SEMANAS

TIEMPO: 15 MINUTOS

ESPECIALIDAD: ELÉCTRICA

A LAS VÁLVULAS DEL SISTEMA DE AGUA DE MANIOBRA DE LA DESCREMADORA 518 (R4-027) DE PLANTA 7, REVISAR:

LA SEGURIDAD ES PRIMERO:

EL PERSONAL DEBE ESTAR DEBIDAMENTE CALIFICADO Y FAMILIARIZADO CON LA OPERACIÓN Y PELIGROS INVOLUCRADOS DE ESTE EQUIPO, RECUERDE TOMAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS A LA HORA DE REALIZAR ESTA TAREA. EL NO SEGUIR ESTA PRECAUCIÓN PUEDE DAR COMO RESULTADO DAÑO A LA PERSONA O LA DESTRUCCIÓN DEL EQUIPO.

- VERIFICAR QUE LOS CONTACTOS ELÉCTRICOS DE LAS VÁLVULAS SOLENOIDES SV 506-1 Y SV 506-4 (R4-027) ESTÉN BIEN RESOCADOS Y LIBRES DE CORROSIÓN. CORREGIR SI ES NECESARIO. VERIFIQUE LAS CONEXIONES DE AIRE COMPRIMIDO PARA QUE NO PRESENTEN FUGAS. CORREGIR SI ES NECESARIO.

- PARA COMPROBAR EL BUEN ESTADO DE LAS VÁLVULAS, VERIFIQUE QUE SE REALIZAN LAS MANIOBRAS DE DESCARGA DE SEDIMENTOS CORRECTAMENTE.

- EVITE DESPERDICIOS Y DERRAMES.

DISPONGA ADECUADAMENTE DE LOS DESECHOS OBTENIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA TAREA, LA DEPOSICIÓN DE ESTOS DESECHOS DEBE SER ACORDE CON LAS EXIGENCIAS Y LA POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

CUALQUIER ANOMALÍA QUE OBSERVE COMUNÍQUESELA A SU SUPERVISOR PARA QUE PROGRAME LOS CAMBIOS NECESARIOS, ASÍ COMO TAMBIÉN EL ABASTECIMIENTO DE REPUESTOS Y HERRAMIENTAS.

CÓDIGO DE TAREA: DES01-VALV-002

FRECUENCIA: 13 SEMANAS

TIEMPO: 5 MINUTOS

ESPECIALIDAD: MECÁNICA

A LA VÁLVULA DE AGUJA HV 506-1 DEL SISTEMA DE AGUA DE MANIOBRA DE LA DESCREMADORA 518 (R4-027) DE PLANTA 7, REVISAR:

LA SEGURIDAD ES PRIMERO:

EL PERSONAL DEBE ESTAR DEBIDAMENTE CALIFICADO Y FAMILIARIZADO CON LA OPERACIÓN Y PELIGROS INVOLUCRADOS DE ESTE EQUIPO, RECUERDE TOMAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS A LA HORA DE REALIZAR ESTA TAREA. EL NO SEGUIR ESTA PRECAUCIÓN PUEDE DAR COMO RESULTADO DAÑO A LA PERSONA O LA DESTRUCCIÓN DEL EQUIPO.

- VERIFIQUE QUE EL CUERPO DE LA VÁLVULA SE ENCUENTRE EN BUEN ESTADO, LIBRES DE OXIDACIÓN, GOLPES, ETC.

- VERIFIQUE QUE NO EXISTAN FUGAS EN LA VÁLVULA DE AGUJA. CORREGIR SI ES NECESARIO.

- EVITE DESPERDICIOS Y DERRAMES.

DISPONGA ADECUADAMENTE DE LOS DESECHOS OBTENIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA TAREA, LA DEPOSICIÓN DE ESTOS DESECHOS DEBE SER ACORDE CON LAS EXIGENCIAS Y LA POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

CUALQUIER ANOMALÍA QUE OBSERVE COMUNÍQUESELA A SU SUPERVISOR PARA QUE PROGRAME LOS CAMBIOS NECESARIOS, ASÍ COMO TAMBIÉN EL ABASTECIMIENTO DE REPUESTOS Y HERRAMIENTAS.

CÓDIGO DE TAREA: DES01-ROTO-001

FRECUENCIA: 13 SEMANAS

TIEMPO: 30 MINUTOS

ESPECIALIDAD: MECÁNICA

AL CONJUNTO DEL ROTOR DE LA DESCREMADORA 518 (R4-021) DE PLANTA 7, REVISAR:

LA SEGURIDAD ES PRIMERO:

EL PERSONAL DEBE ESTAR DEBIDAMENTE CALIFICADO Y FAMILIARIZADO CON LA OPERACIÓN Y PELIGROS INVOLUCRADOS DE ESTE EQUIPO, RECUERDE TOMAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS A LA HORA DE REALIZAR ESTA TAREA. EL NO SEGUIR ESTA PRECAUCIÓN PUEDE DAR COMO RESULTADO DAÑO A LA PERSONA O LA DESTRUCCIÓN DEL EQUIPO.

CON EL EQUIPO APAGADO:

- EN LA PARTE INTERNA, REALICE UNA INSPECCIÓN VISUAL DE LOS COMPONENTES DEL ROTOR: CUERPO (R4-021-001), PROPELAS IMPULSORAS (R4-023-005) Y (R4-023-008), TAPA (R4-021-002), LOS DISCOS (R4-021-006), CONO DE DISTRIBUCIÓN (R4-021-007) Y ORIFICIOS DE DESCARGA DE SEDIMENTOS (R4-021-008), VERIFICANDO QUE TODOS ELLOS SE ENCUETREN EN BUEN ESTADO. INFORMAR.

- EVITE DESPERDICIOS Y DERRAMES.

DISPONGA ADECUADAMENTE DE LOS DESECHOS OBTENIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA TAREA, LA DEPOSICIÓN DE ESTOS DESECHOS DEBE SER ACORDE CON LAS EXIGENCIAS Y LA POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

CUALQUIER ANOMALÍA QUE OBSERVE COMUNÍQUESELA A SU SUPERVISOR PARA QUE PROGRAME LOS CAMBIOS NECESARIOS, ASÍ COMO TAMBIÉN EL ABASTECIMIENTO DE REPUESTOS Y HERRAMIENTAS.

CÓDIGO DE TAREA: DES01-ROTO-002

FRECUENCIA: 4 SEMANAS

TIEMPO: 5 MINUTOS

ESPECIALIDAD: MECÁNICA

AL CONJUNTO DEL ROTOR DE LA DESCREMADORA 518 (R4-021) DE PLANTA 7, REVISAR:

LA SEGURIDAD ES PRIMERO:

EL PERSONAL DEBE ESTAR DEBIDAMENTE CALIFICADO Y FAMILIARIZADO CON LA OPERACIÓN Y PELIGROS INVOLUCRADOS DE ESTE EQUIPO, RECUERDE TOMAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS A LA HORA DE REALIZAR ESTA TAREA. EL NO SEGUIR ESTA PRECAUCIÓN PUEDE DAR COMO RESULTADO DAÑO A LA PERSONA O LA DESTRUCCIÓN DEL EQUIPO.

CON EL EQUIPO FUNCIONANDO:

- EN LA PARTE EXTERNA, VERIFIQUE QUE NO EXISTAN FUGAS DEL PRODUCTO. CORREGIR SI ES NECESARIO.

- VERIFIQUE QUE NO EXISTAN VIBRACIONES FUERA DE LO NORMAL EN EL SISTEMA. TENGA EN CUENTA QUE CUANDO SE HACE UNA EXPULSIÓN DE SEDIMENTOS SE PRODUCE UNA VIBRACIÓN BASTANTE FUERTE PERO NORMAL.

- EVITE DESPERDICIOS Y DERRAMES.

DISPONGA ADECUADAMENTE DE LOS DESECHOS OBTENIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA TAREA, LA DEPOSICIÓN DE ESTOS DESECHOS DEBE SER ACORDE CON LAS EXIGENCIAS Y LA POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

CUALQUIER ANOMALÍA QUE OBSERVE COMUNÍQUESELA A SU SUPERVISOR PARA QUE programe los cambios necesarios, así como también el abastecimiento de repuestos y herramientas.

3.7.9 Ingreso de los datos del Manual de Mantenimiento Preventivo al Software.

El software utilizado por la Unidad de Mantenimiento Preventivo tiene por nombre Sistema de Mantenimiento Preventivo. En él se pueden ingresar los datos correspondientes a cada Manual de Mantenimiento de forma directa por usuarios que tengan acceso al sistema.

En presente caso, al no tener cuenta de usuario en Dos Pinos, para ingresar los datos al sistema, se utilizó una forma indirecta de entrada.

En la empresa se desarrolló un Módulo para Terceros. Este módulo es usado por los contratistas que elaboran Manuales para ingresar todos los datos que necesita el Sistema de Mantenimiento Preventivo. En el Módulo para Terceros simplemente se van ingresando los datos siguiendo el orden que se muestra en el mismo Módulo.

El Módulo para Terceros, cuando se cierra, genera de forma automática, una tabla o archivo de Access. Este archivo, a la vez, es utilizado para cargar la información recopilada a la base de datos del Sistema de Mantenimiento Preventivo desde la computadora de un usuario que tenga acceso al Sistema.

El Menú Principal del Módulo para Terceros se muestra en el anexo #5

3.7.10 Manual de Mantenimiento que genera el sistema.

El software que maneja la Unidad de Mantenimiento Preventivo tiene la capacidad de imprimir el Manual que se le ha ingresado previamente.

Para el caso de la descremadora 518, en el anexo #6, se muestra un ejemplo del Manual de Mantenimiento Preventivo con la presentación final que brinda el software y todos los ítems que contiene.

3.7.11 Órdenes de trabajo que genera el sistema.

Al igual que el Manual de Mantenimiento Preventivo, el Software tiene la capacidad de imprimir, de acuerdo con las instrucciones de un operador, las diferentes Órdenes de Trabajo que correspondan con la programación que se ingresó previamente en el Manual de Mantenimiento Preventivo.

Para el caso de la descremadora 518, se presenta en el anexo #7 una muestra de las Órdenes de Trabajo con la presentación final que brinda el software y todos los ítems que contiene.

3.7.12 Orden de Trabajo ya archivada e introducida al sistema.

La Orden de Trabajo después que ha sido ejecutada, es recibida por el staff de la Unidad de Mantenimiento. En este momento se procede a retroalimentar la base de datos del software de mantenimiento, con la información que previamente el técnico ha anotado en la Orden de Trabajo.

Posteriormente la Orden de Trabajo se marca con una "F" que indica que ésta ha sido finalizada y se archiva siguiendo el consecutivo del número de Orden de Trabajo. La presentación final se muestra en el anexo #8.

3.7.13 Repuestos necesarios para realizar el Mantenimiento Preventivo a la descremadora 518.

Con la elaboración de las tareas para la descremadora 518, se definió cada una de las órdenes de trabajo que requerían cambio de repuestos. Posteriormente se procedió a recabar la información necesaria en la Unidad de Logística Interna, la cual permitiera obtener los datos necesarios para que los técnicos encargados de ejecutar las tareas los encuentren sin mayores complicaciones.

Tabla 3.2 Repuestos necesarios para realizar el mantenimiento preventivo de la descremadora 518.

Código Tarea	Bodega	Nº Parte	Nº Art.	Catálogo	Cod. Est.	Ubicación	Descripción	Cantidad
DES01-MOT1-002	138	S/N	79	S/N	138010514	D2D02A	ROL 6313-ZZC3 SKF	1
	138	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	ROL 6311-ZZC3 SKF	1
DES01-MULT-001	127	6-542690 84	11	R5-335-000	127030124	O4C01A	ACEITE LUBRICANTE (GALÓN)	REVISAR
DES01-MULT-002	127	549253 03	2233	R4-114-001	127050038	C5D01A	KIT INTERMEDIO (6-549253 03)	1
DES01-MULT-004	127	6-542690 84	11	R5-335-000	127030124	O4C01A	ACEITE LUBRICANTE (GALÓN)	13 LITROS
DES01-MULT-006	127	549223 13	2234	R4-116	127050039	C5E01A	JUEGO DE PARTES DE SERVICIO MAYOR	1
DES01-VMPC-001	151	9611 92 0119	413	R4-284-017	151050303	H1E01B	SERVICE KITS 9611 92 0119 P/VALV. CPM	1

Fuente: Elaborado por el Sustentante.

3.7.14 Costo de los repuestos necesarios para realizar el Mantenimiento Preventivo a la descremadora 518.

En toda actividad industrial es necesario conocer los gastos en que se va incurrirá con la implantación de cualquier nuevo programa. Para el caso de la descremadora 518 se calculó la cantidad de colones que deben invertirse en mantenimiento preventivo durante todo un año.

Tabla 3.3 Costo de repuestos necesarios para realizar el mantenimiento preventivo de la descremadora 518.

Código Tarea	Bodega	N° Parte	N° Art.	Cod. Estr	Descripción	Cantidad	Precio Unit	Precio Total
DES01-MOT1-002	138	S/N	79	138010514	ROL 6313-ZZC3 SKF	1	□23.444,95	□23.444,95
	138	S/N	S/N	S/N	ROL 6311-ZZC3 SKF	1	□12.378,00	□12.378,00
DES01-MULT-002	127	549253 03	2233	127050038	KIT INTERMEDIO (6-549253 03)	1	□638.142,90	□2.552.571,60
DES01-MULT-004	127	6-542690 84	11	127030124	ACEITE LUBRICANTE (GALÓN)	13 LITRS	□42.090,00	□578.181,91
DES01-MULT-006	127	549223 13	2234	127050039	JUEGO DE PARTES DE SERVICIO MAYOR	1	□498.080,87	□498.080,87

Total de costos: □ **3.664.657,33**

Nota: El costo de repuestos se calculó para un año

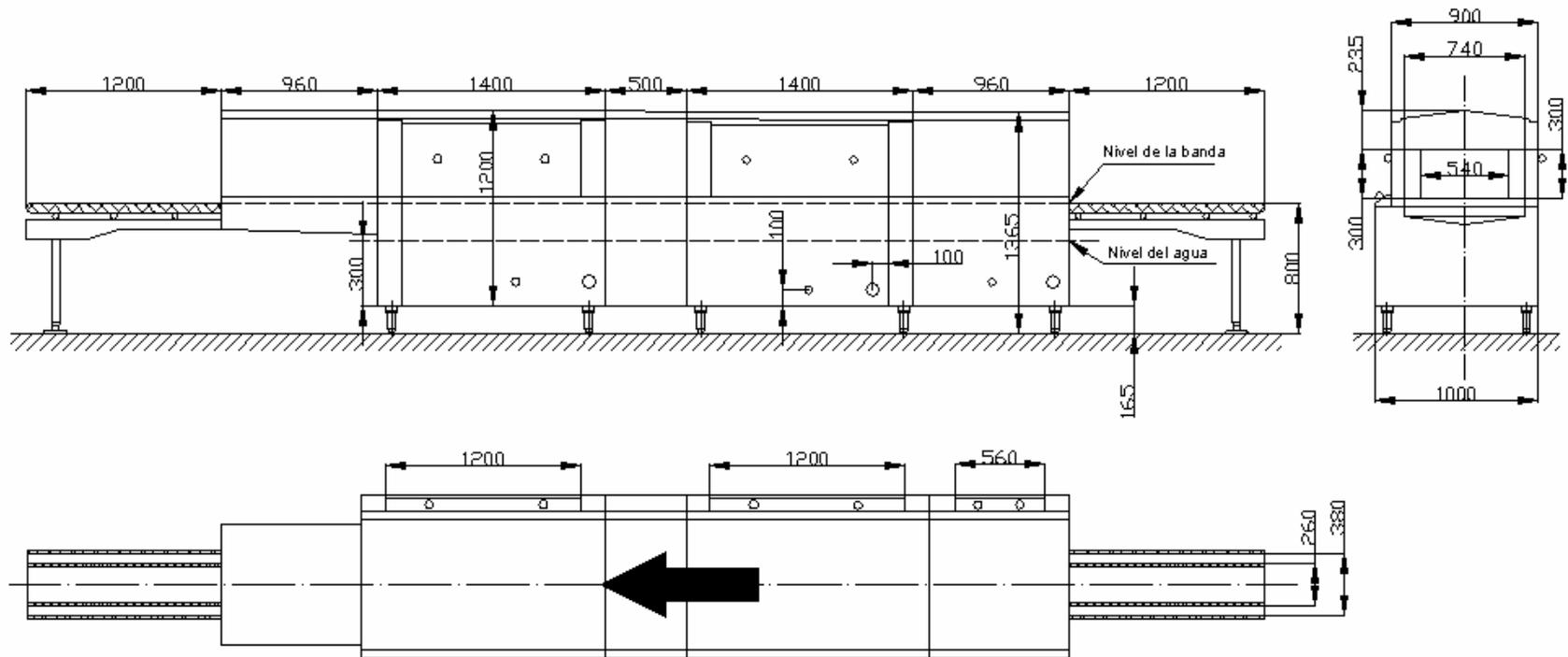
3.8 Conclusiones y recomendaciones.

- a.** Se logró comprobar que en general la descremadora se encuentra en buen estado. Para arrancar con el mantenimiento preventivo, basta con realizar el cambio de algunas piezas que no están en buenas condiciones.
- b.** Se consiguió patentar que en la empresa hace falta suministrarle mayor importancia al mantenimiento preventivo y darle el lugar que le corresponde dentro del proceso de gestión del mantenimiento de la Cooperativa Dos Pinos. Se podría pensar en realizar jornadas de capacitación y motivación para que todos los actores involucrados se interesen más por esta filosofía.
- c.** Se alcanzó a apuntar que hace falta una mayor retroalimentación entre las personas que ejecutan las inspecciones, los jefes de taller, el staff y altos mandos del Departamento de Mantenimiento Preventivo. En algunas ocasiones no se da el seguimiento real que debería procurarse a los resultados que arrojan las hojas de retroalimentación.
- d.** Se consiguió manifestar que es de vital importancia que los Manuales de Mantenimiento Preventivo sean ejecutados por el personal de la empresa. La contratación de terceros para ejecutar esta labor ha conllevado a muchos problemas tales como: atrasos en fechas de conclusión, falta de conocimientos de orden técnico, exceso o falta de tareas en el Manual de Mantenimiento, errores de forma, etcétera.
- e.** Se logró comprobar que es de suma importancia que el software de la Unidad de Mantenimiento Preventivo (Sistema de Mantenimiento Preventivo) sea depurado y sufra modificaciones, que le permitan tener una interfase con el usuario que sea mucho más amigable.
- f.** Se alcanzó a demostrar que sería de suma importancia que se efectúen reuniones, con la frecuencia pertinente, entre todo el personal involucrado con el mantenimiento preventivo, con el fin de promover actividades o cambios en el Programa de Mantenimiento Preventivo que ayuden a enriquecerlo.

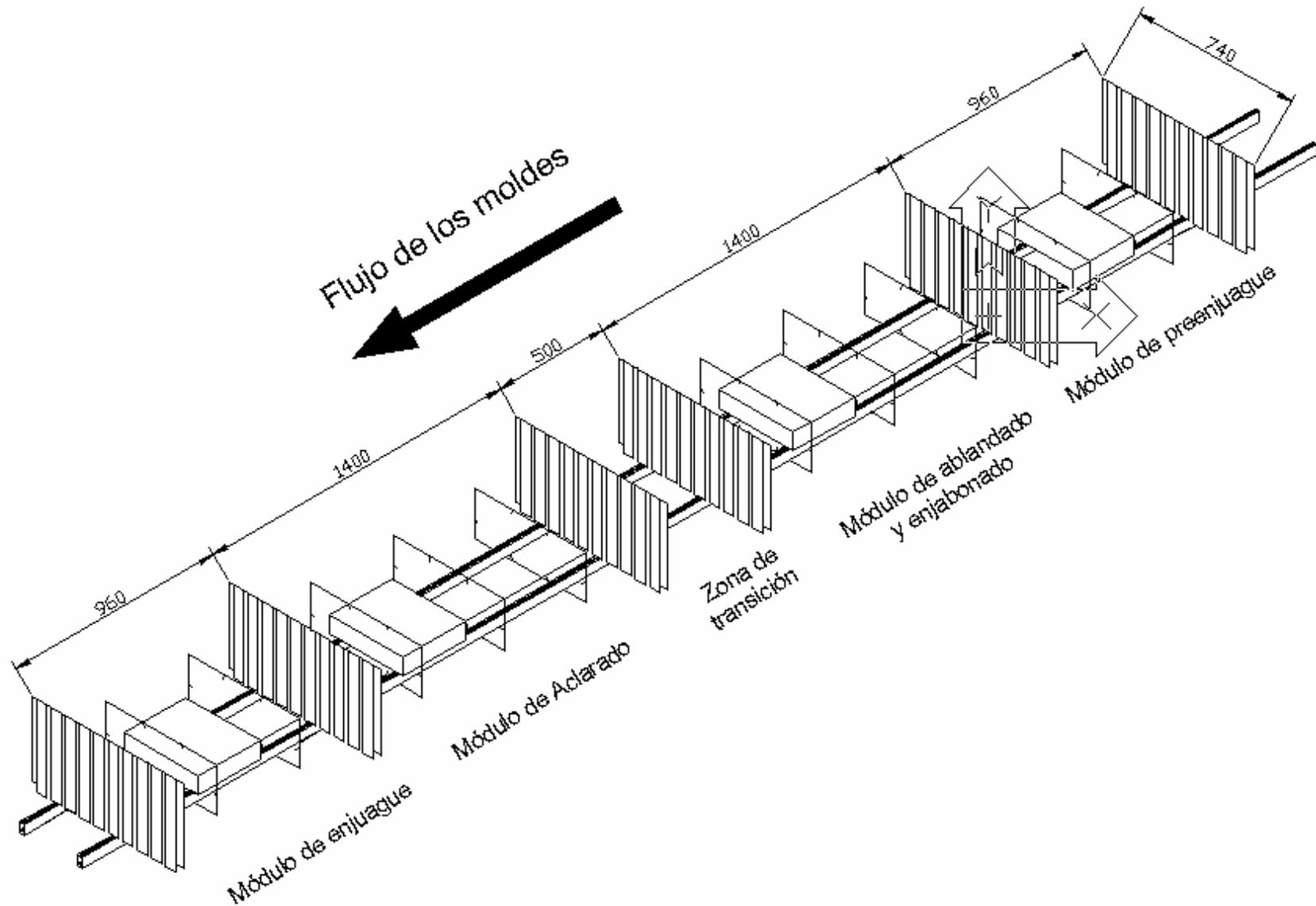
Planos

Todos sin escala y diseñados por el Sustentante

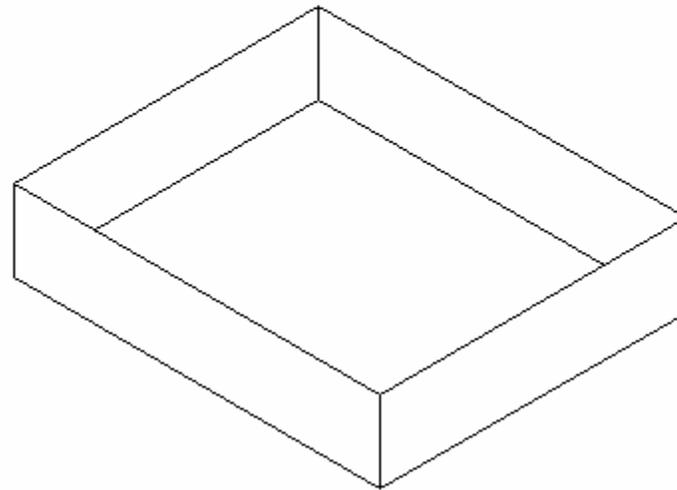
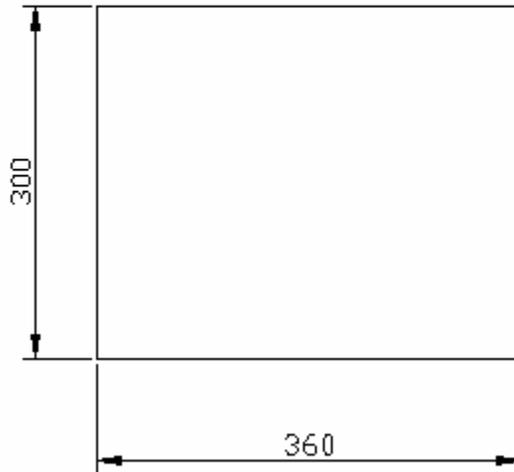
Vistas del túnel de lavado



Vista isométrica del recorrido

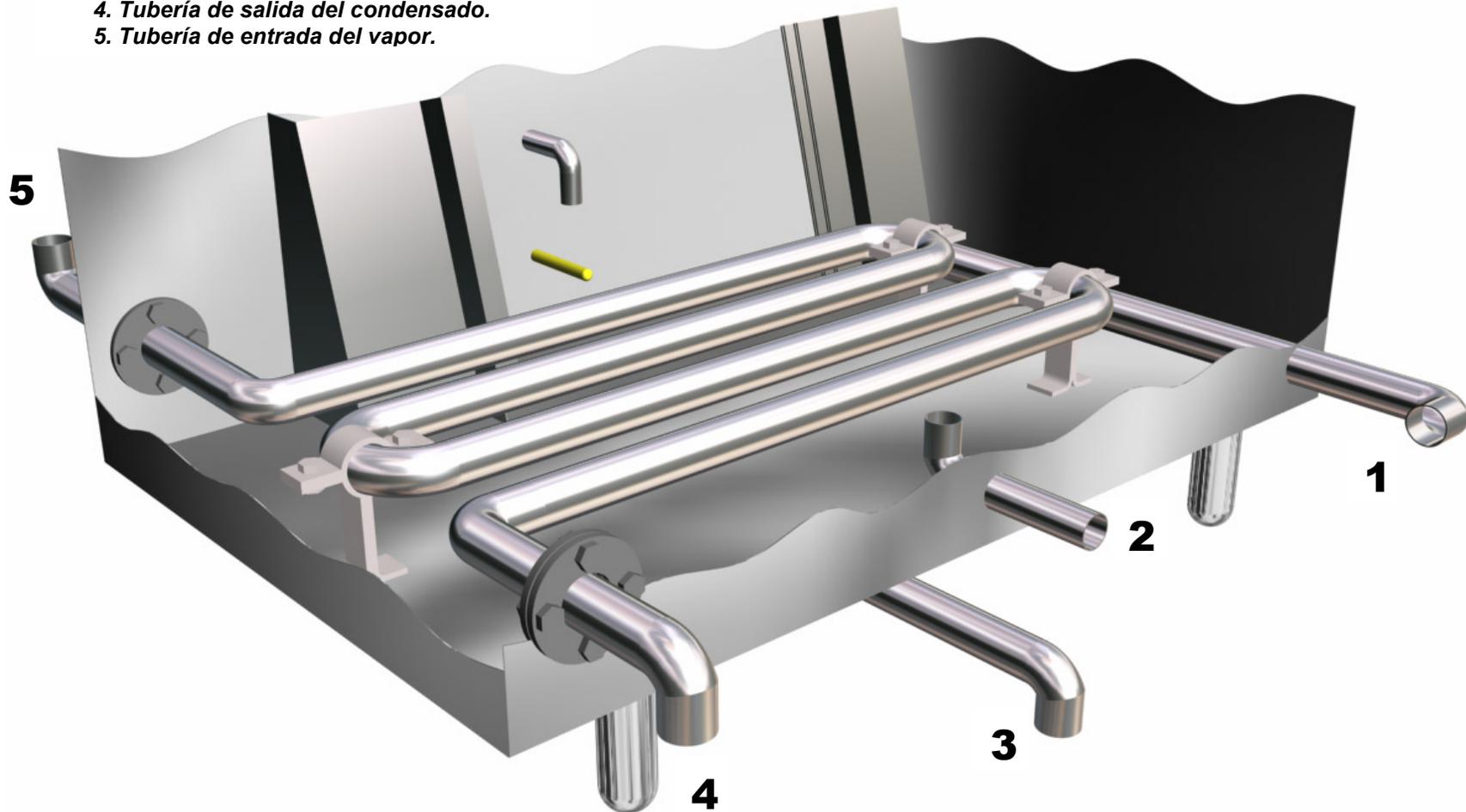


Vistas del molde a lavar

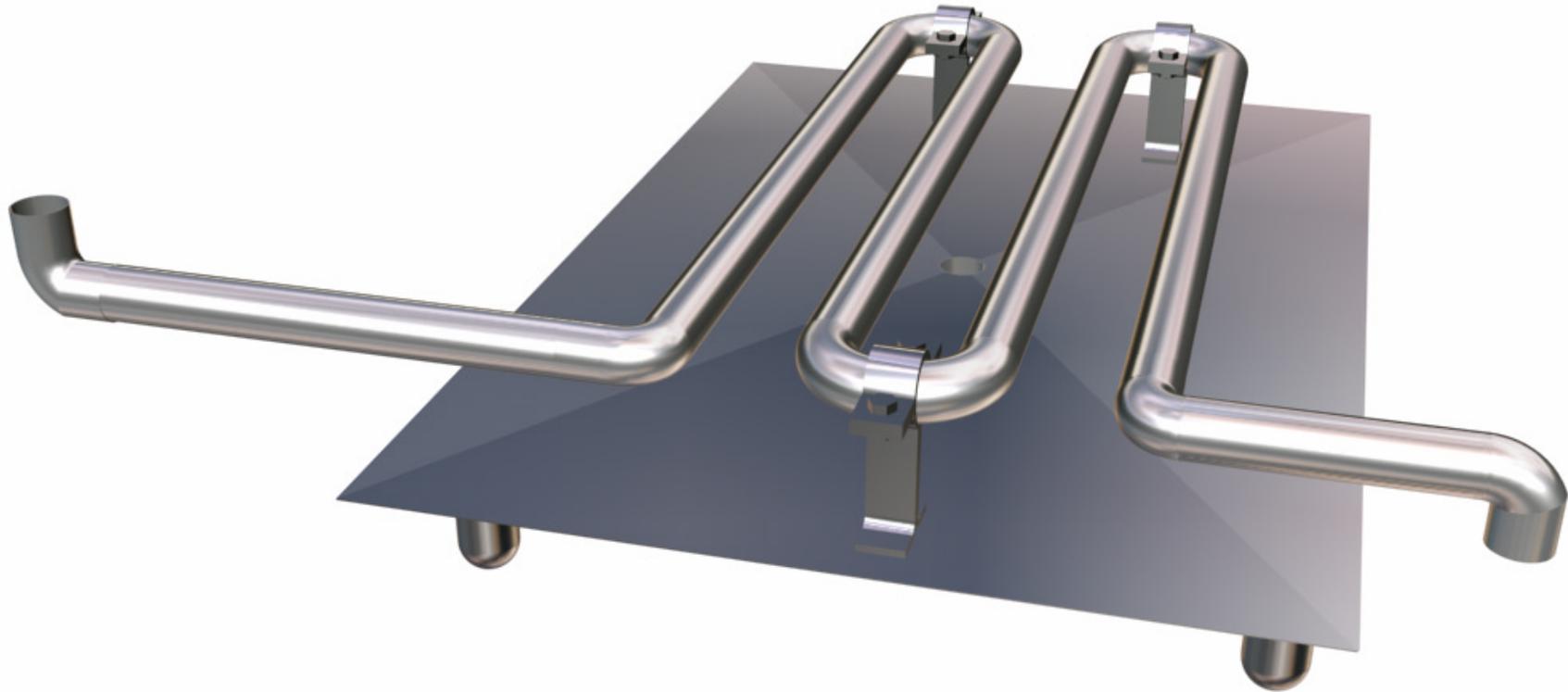


Montaje de los módulos con calefacción

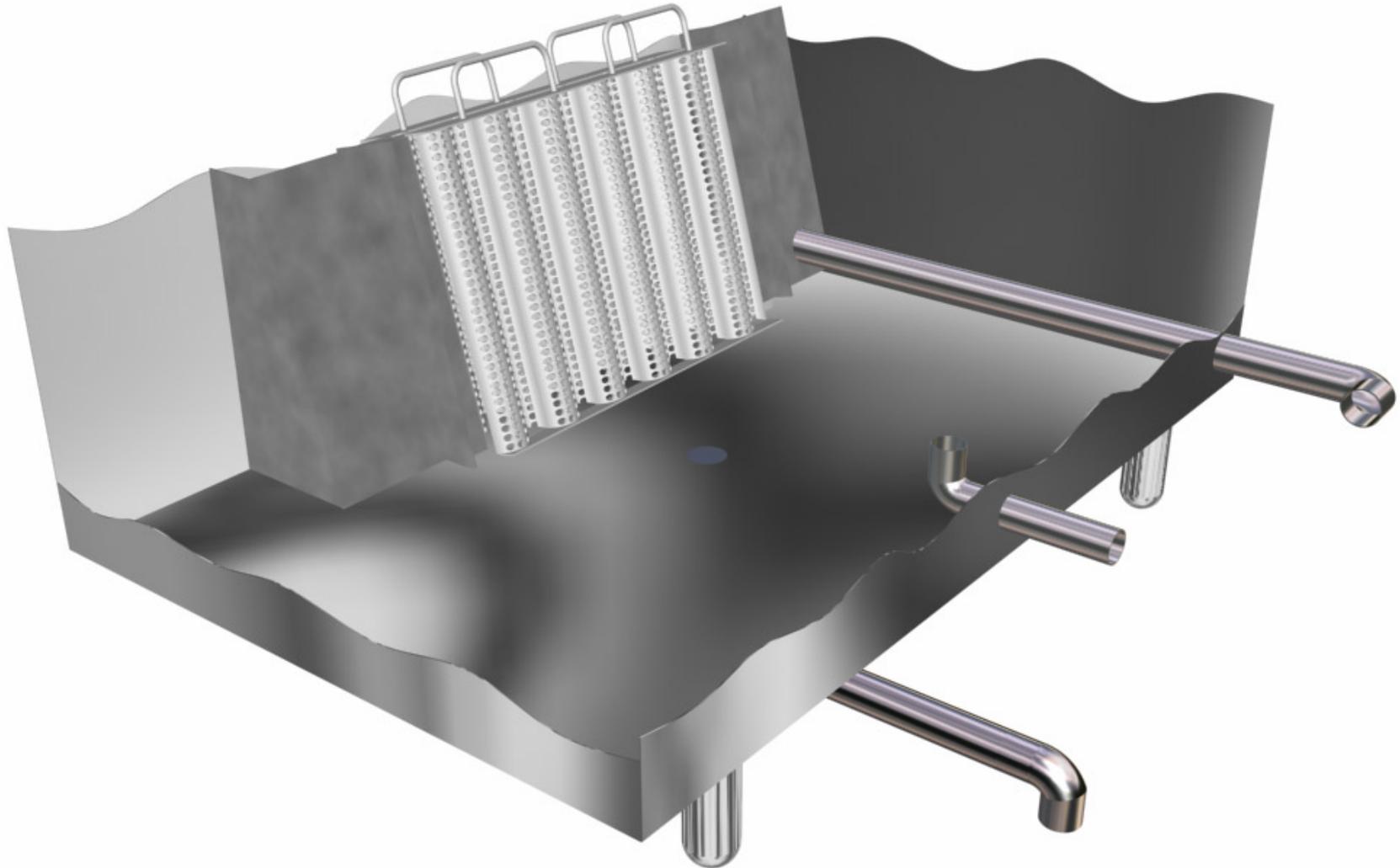
1. Tubería de succión de la bomba.
2. Tubería de descarga de la bomba.
3. Tubería de desecho de agua de lavado.
4. Tubería de salida del condensado.
5. Tubería de entrada del vapor.



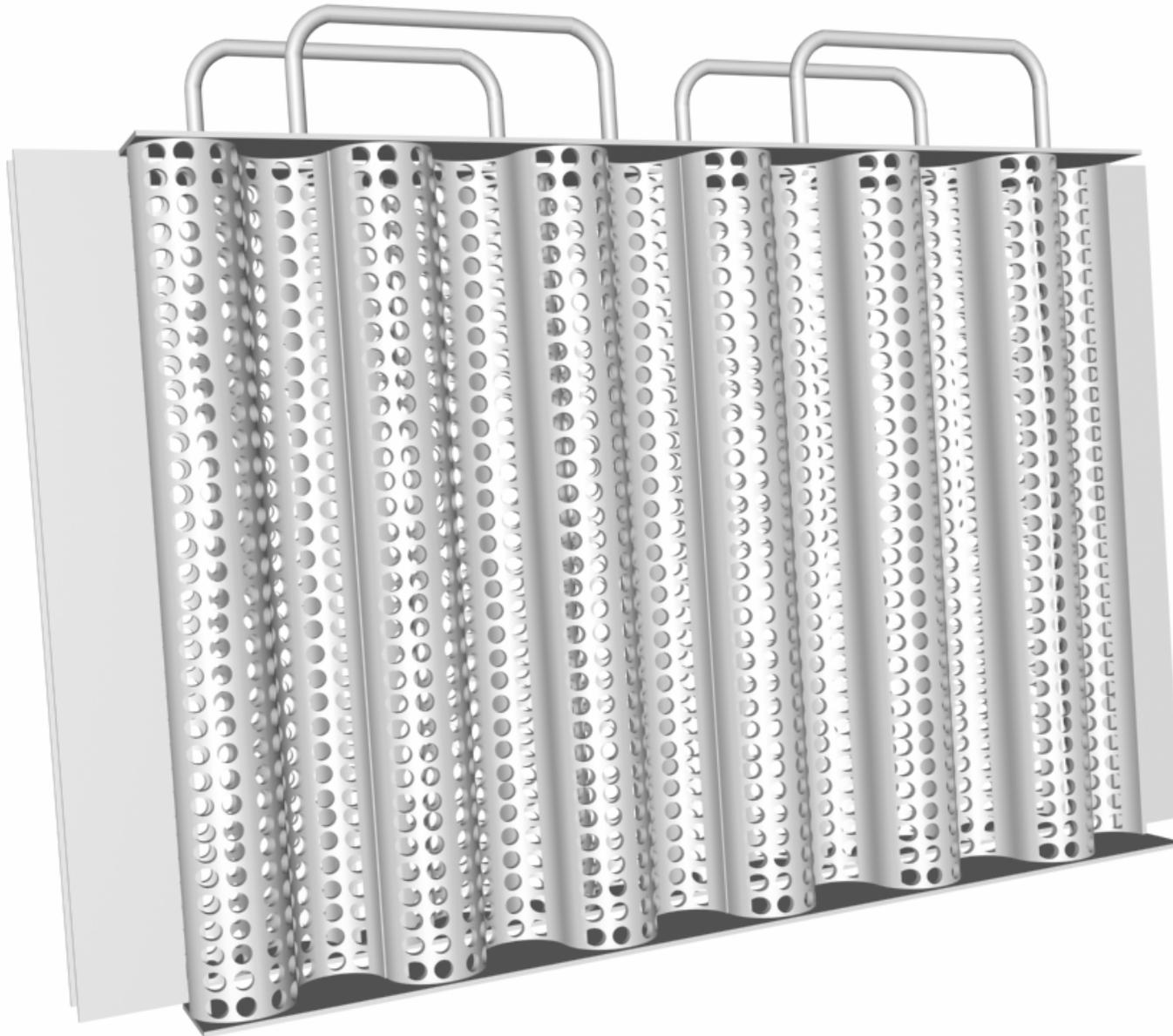
Montaje del sistema de calefacción en cada módulo



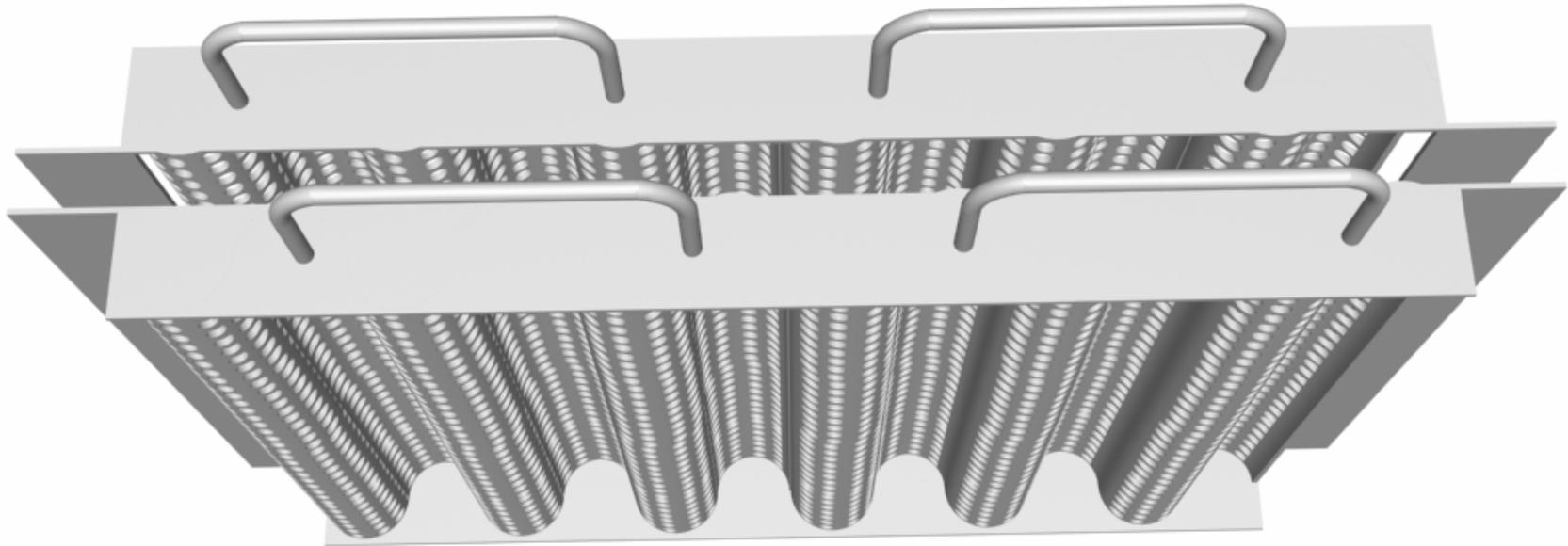
Sistema del filtrado succión y descarga en cada módulo



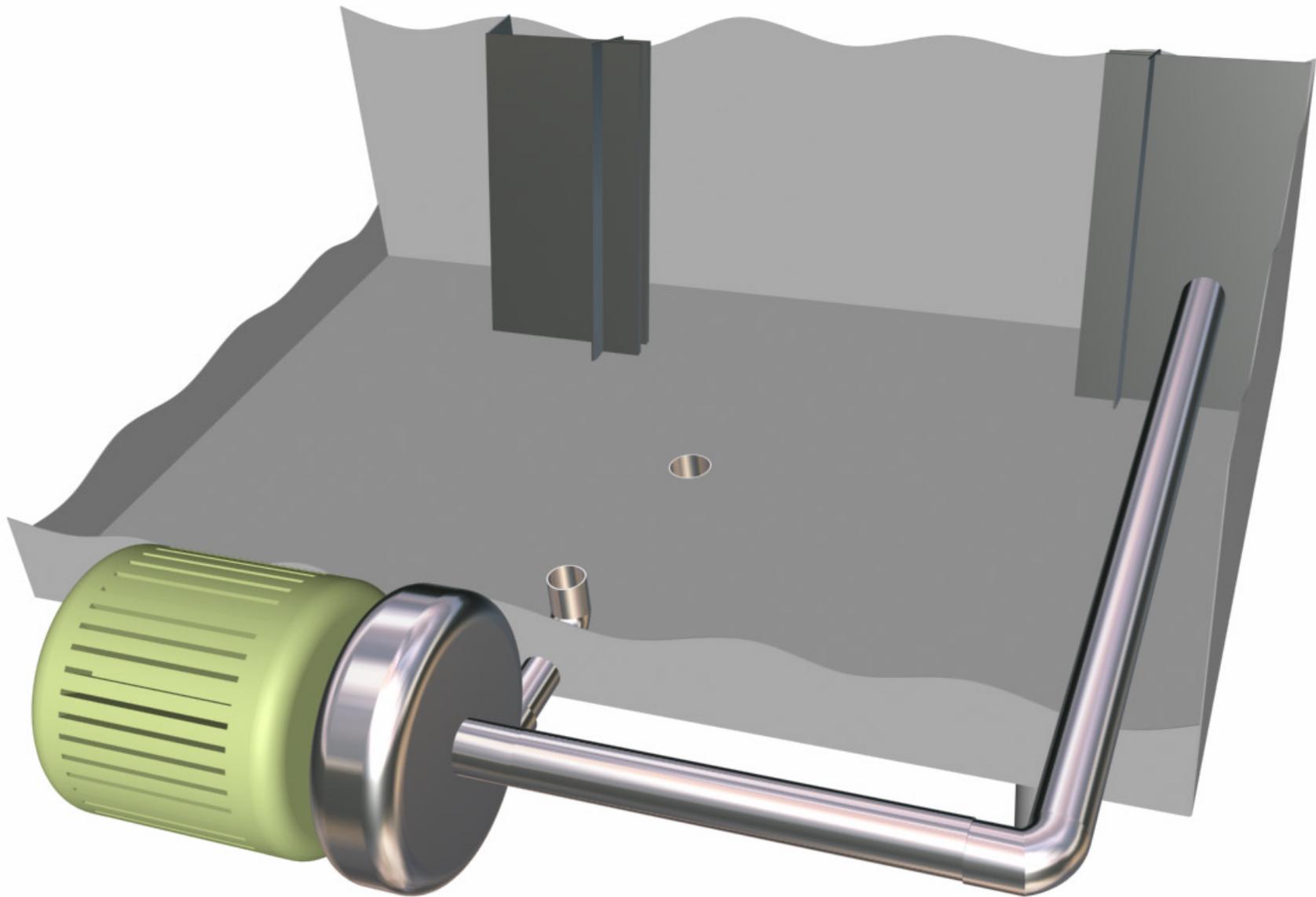
Vista de los filtros de cada módulo



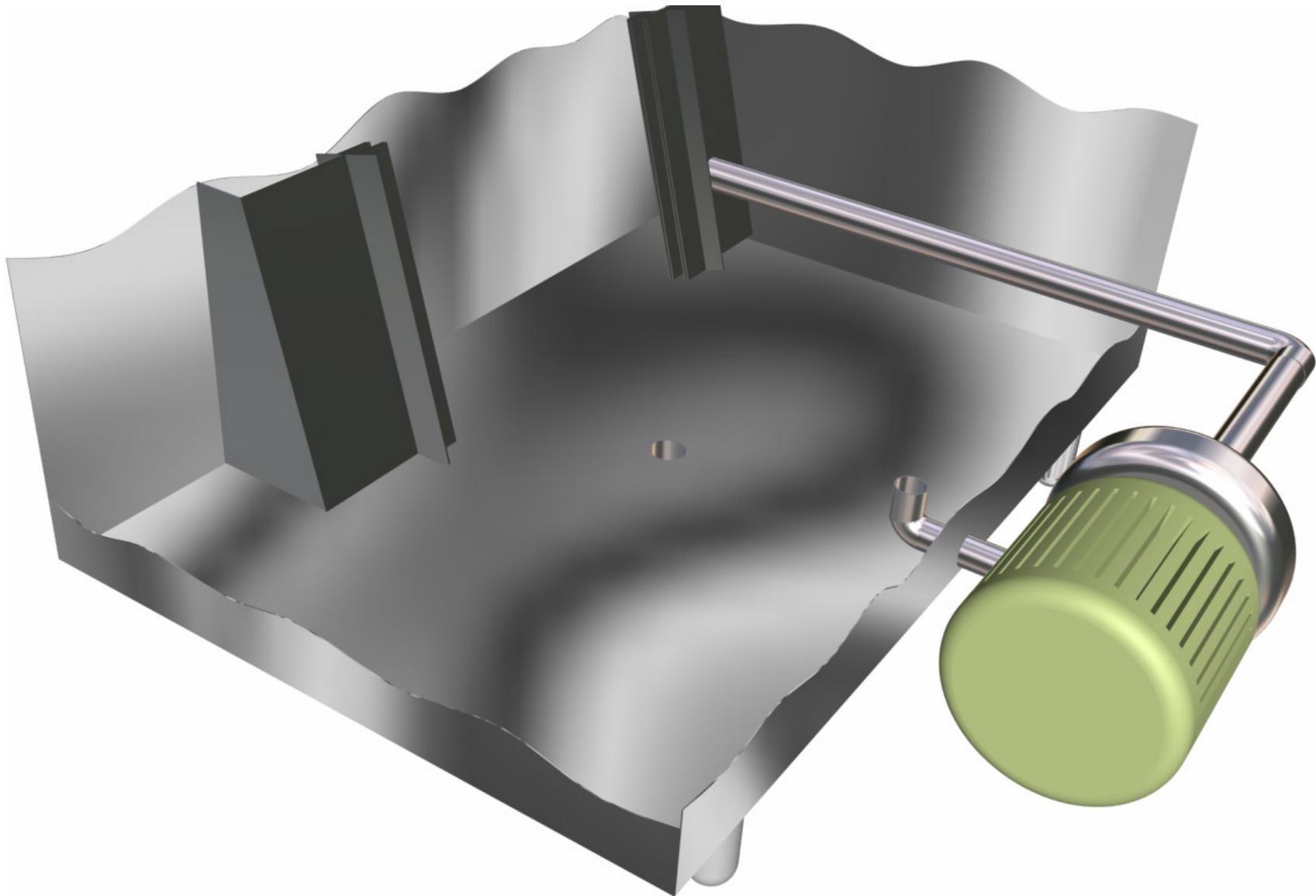
Vista de los filtros de cada módulo



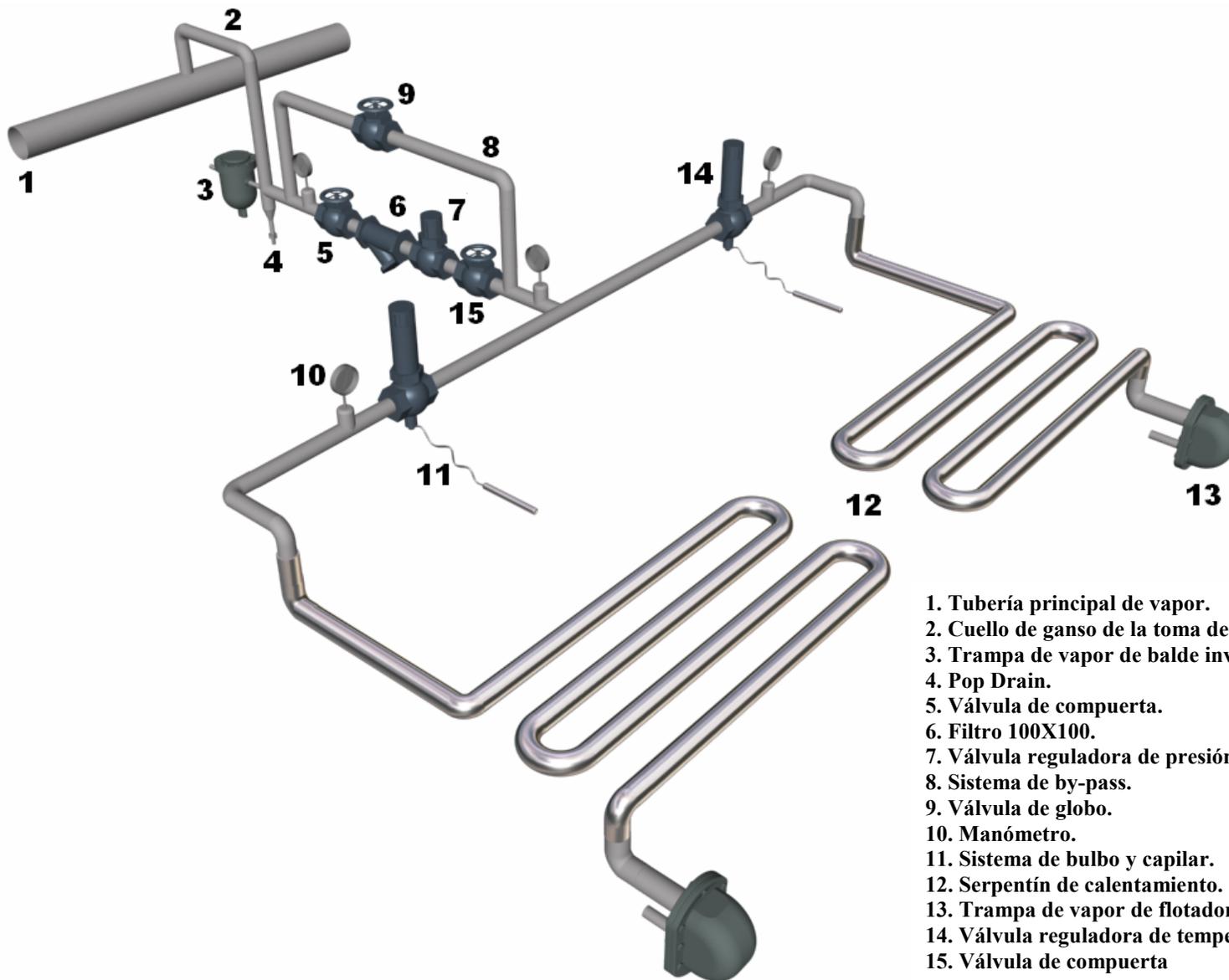
Sistema de recirculación de agua



Sistema de recirculación de agua

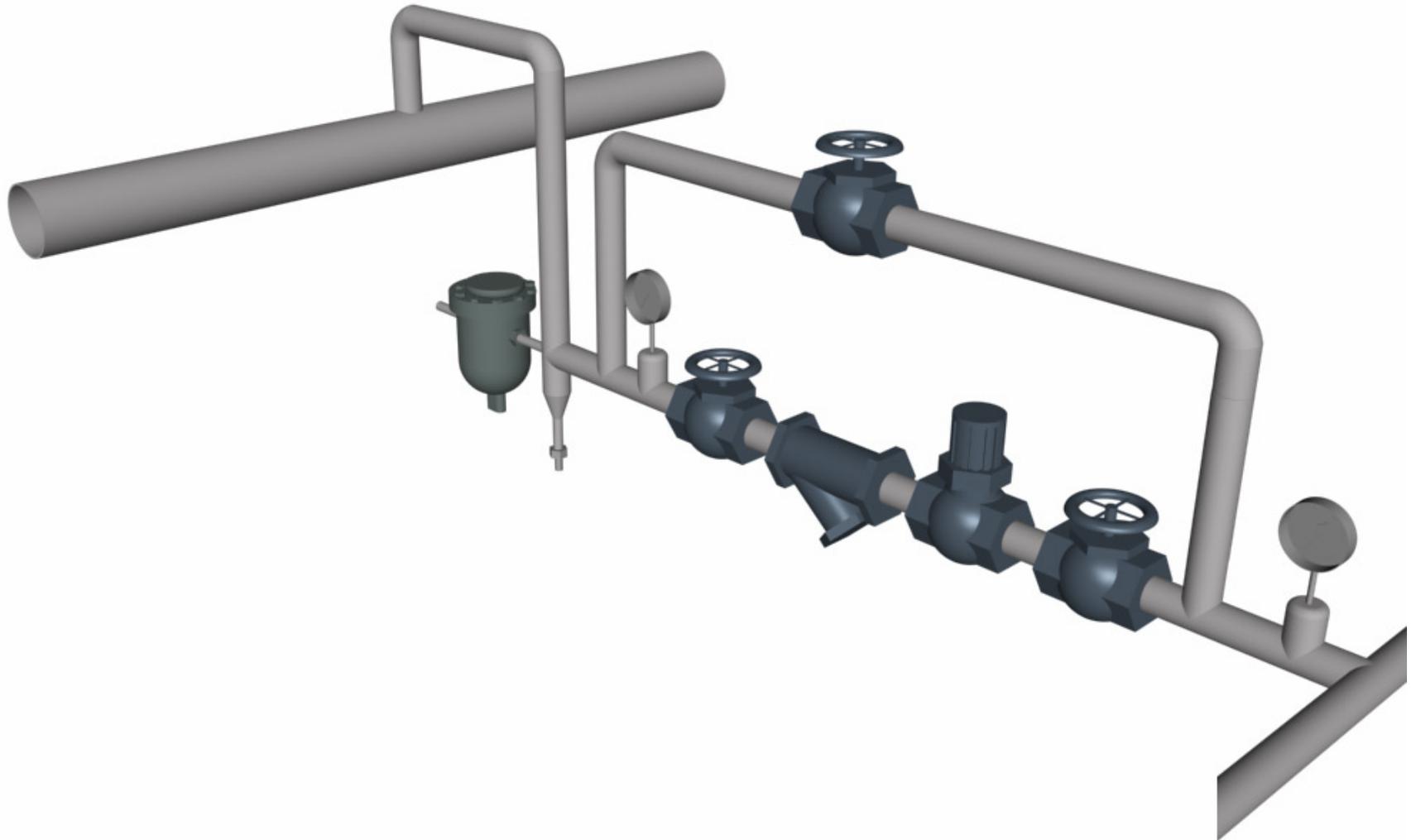


Montaje del sistema de calefacción

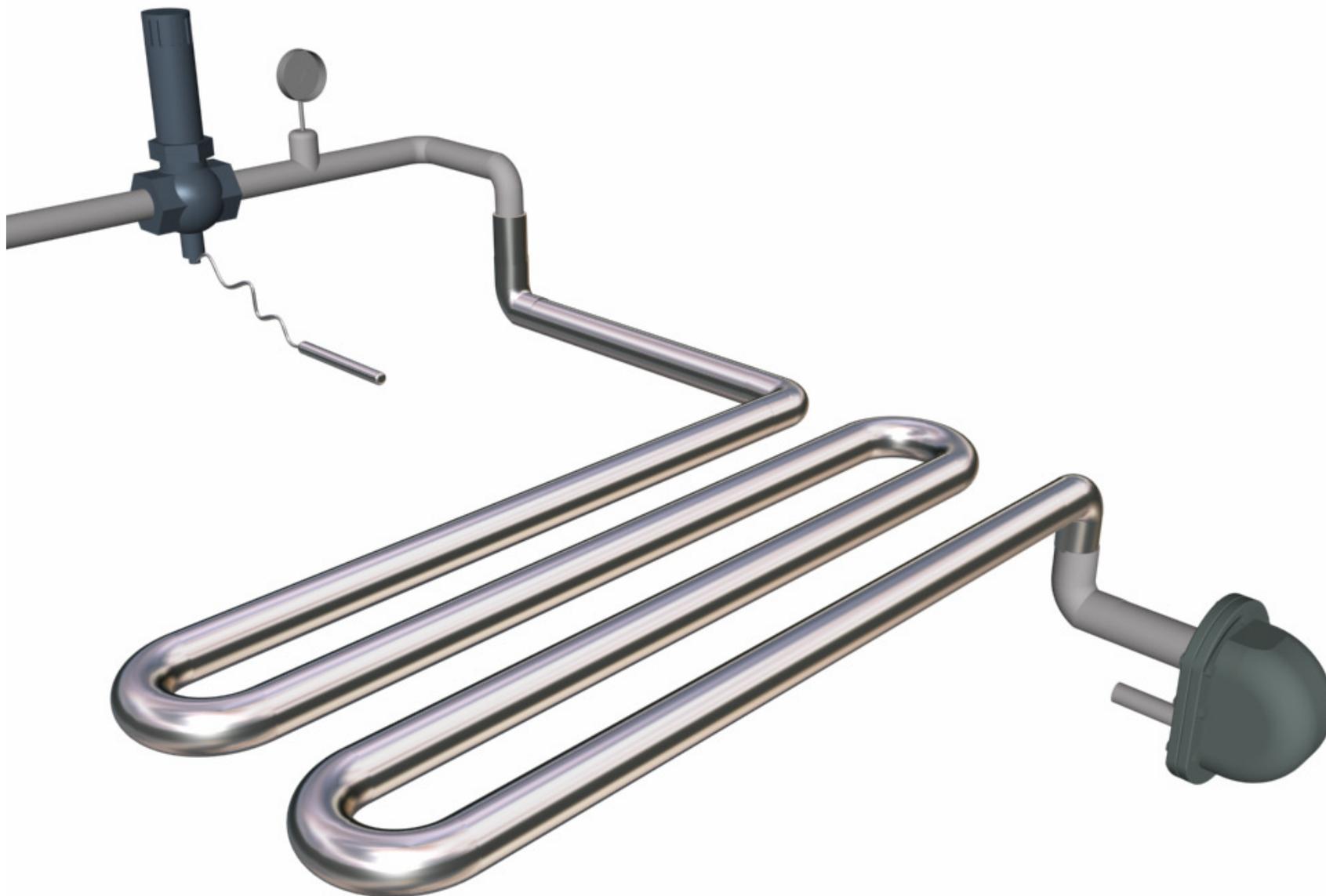


1. Tubería principal de vapor.
2. Cuello de ganso de la toma de vapor.
3. Trampa de vapor de balde invertido.
4. Pop Drain.
5. Válvula de compuerta.
6. Filtro 100X100.
7. Válvula reguladora de presión de acción directa.
8. Sistema de by-pass.
9. Válvula de globo.
10. Manómetro.
11. Sistema de bulbo y capilar.
12. Serpentín de calentamiento.
13. Trampa de vapor de flotador y termostática.
14. Válvula reguladora de temperatura.
15. Válvula de compuerta

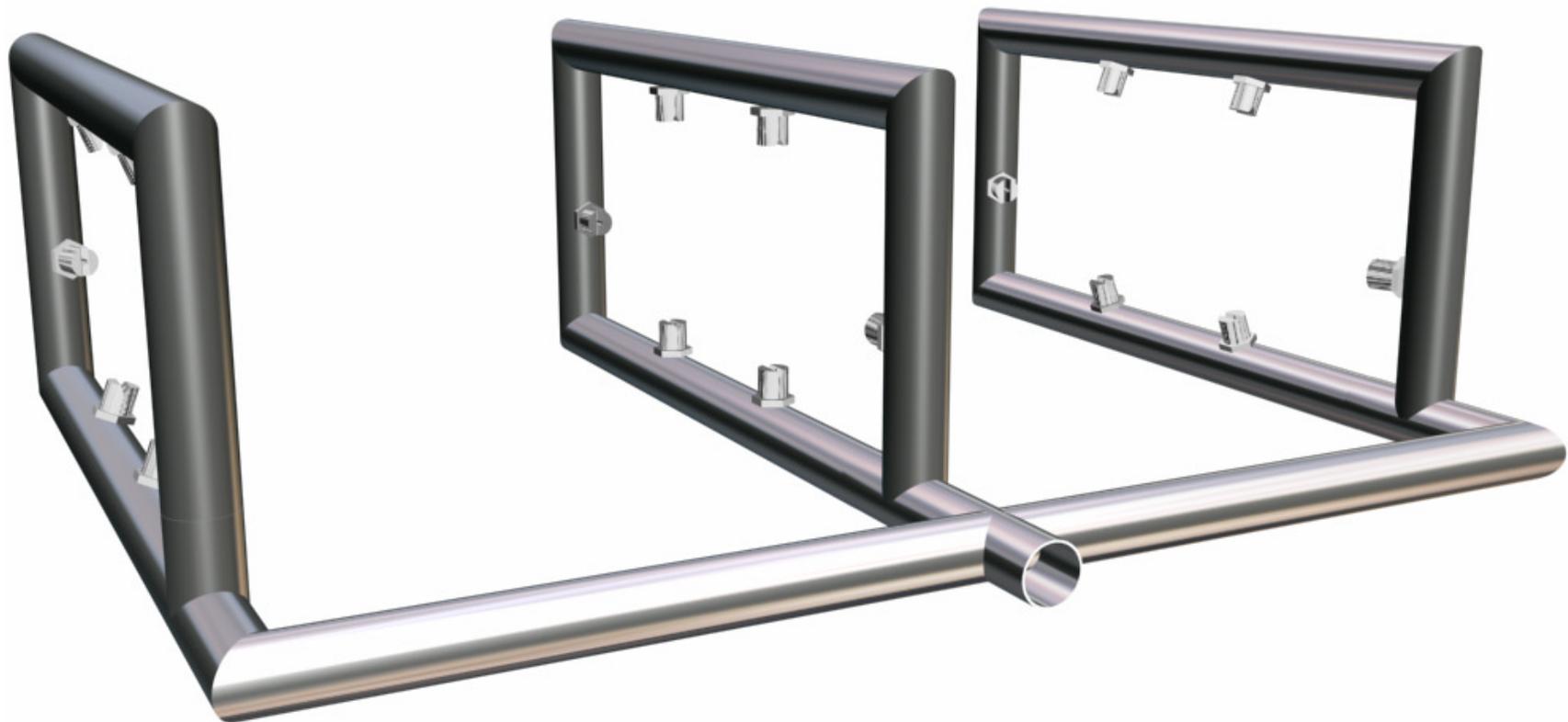
Sistema de regulación de presión del vapor



Sistema de regulación de temperatura del agua



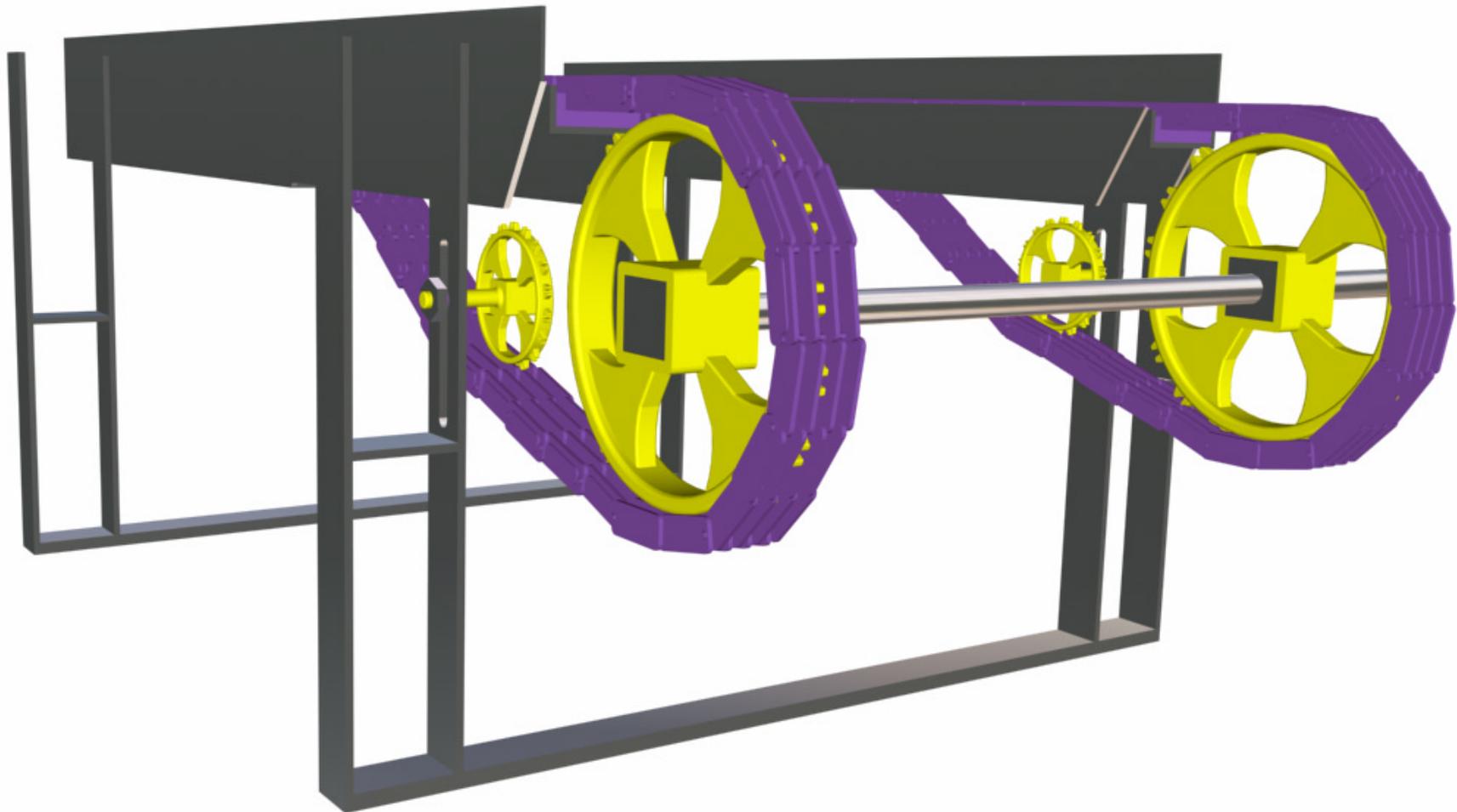
Montaje del anillo de lavado



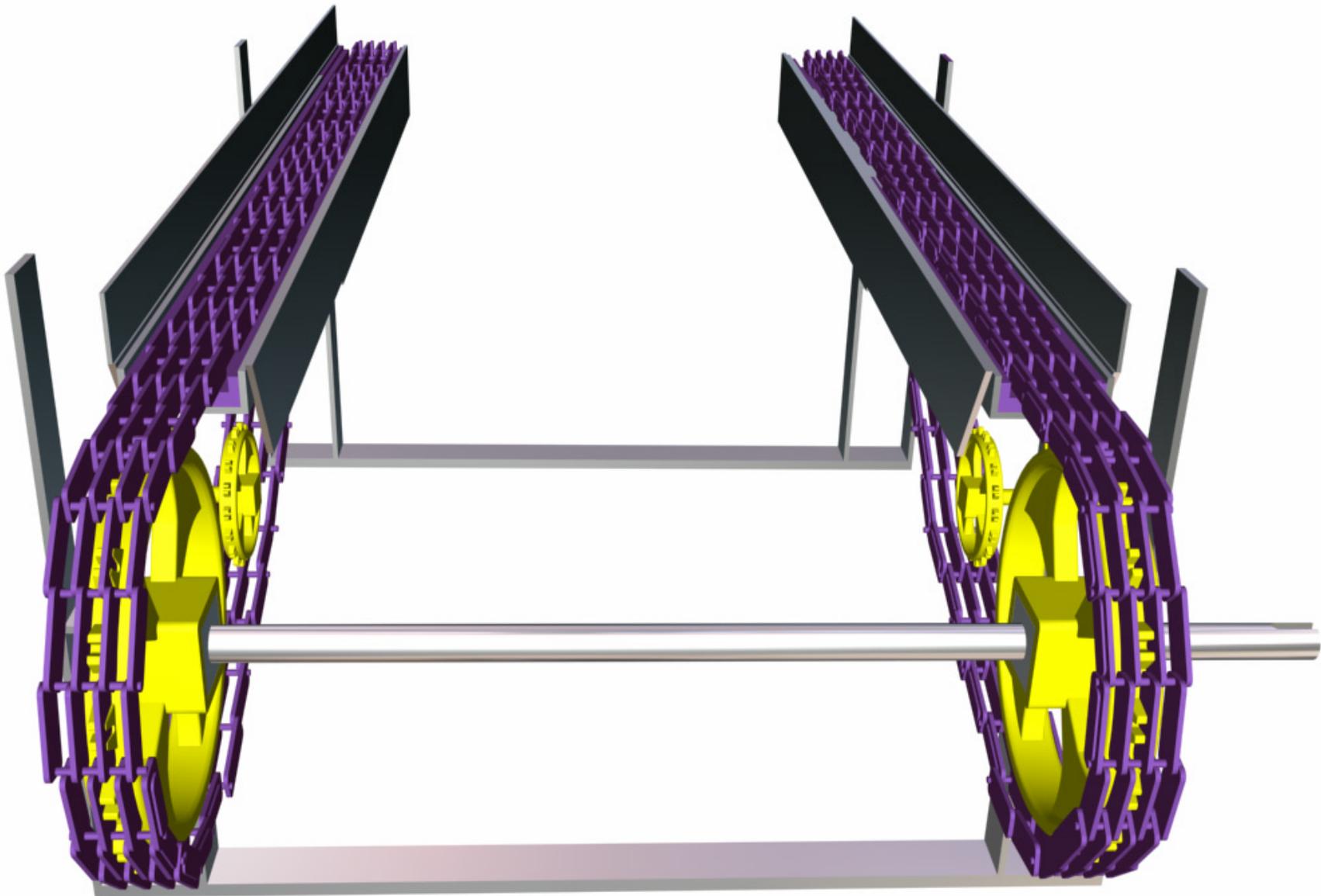
Montaje del anillo de lavado



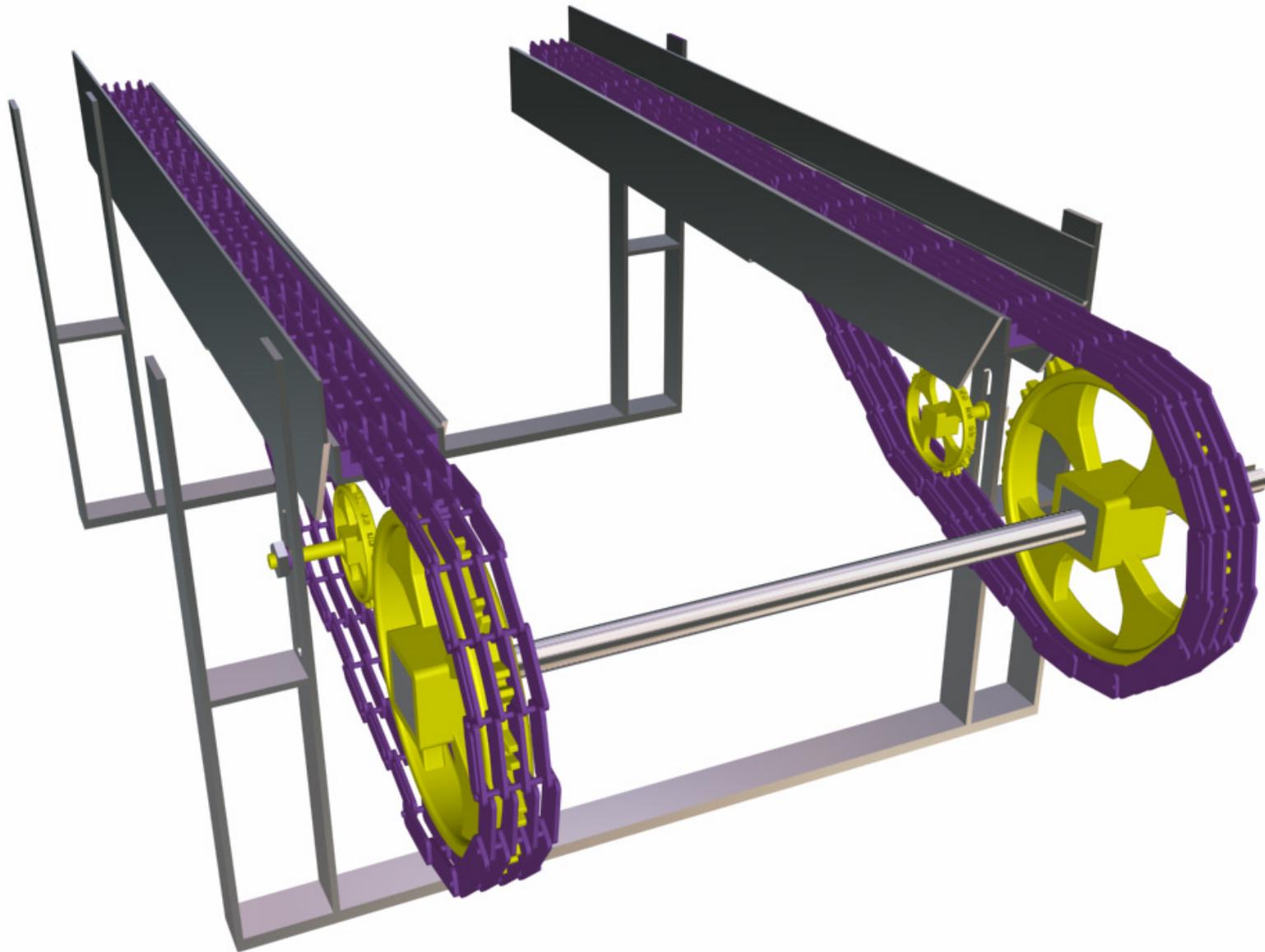
Corte del sistema de arrastre por cadenas



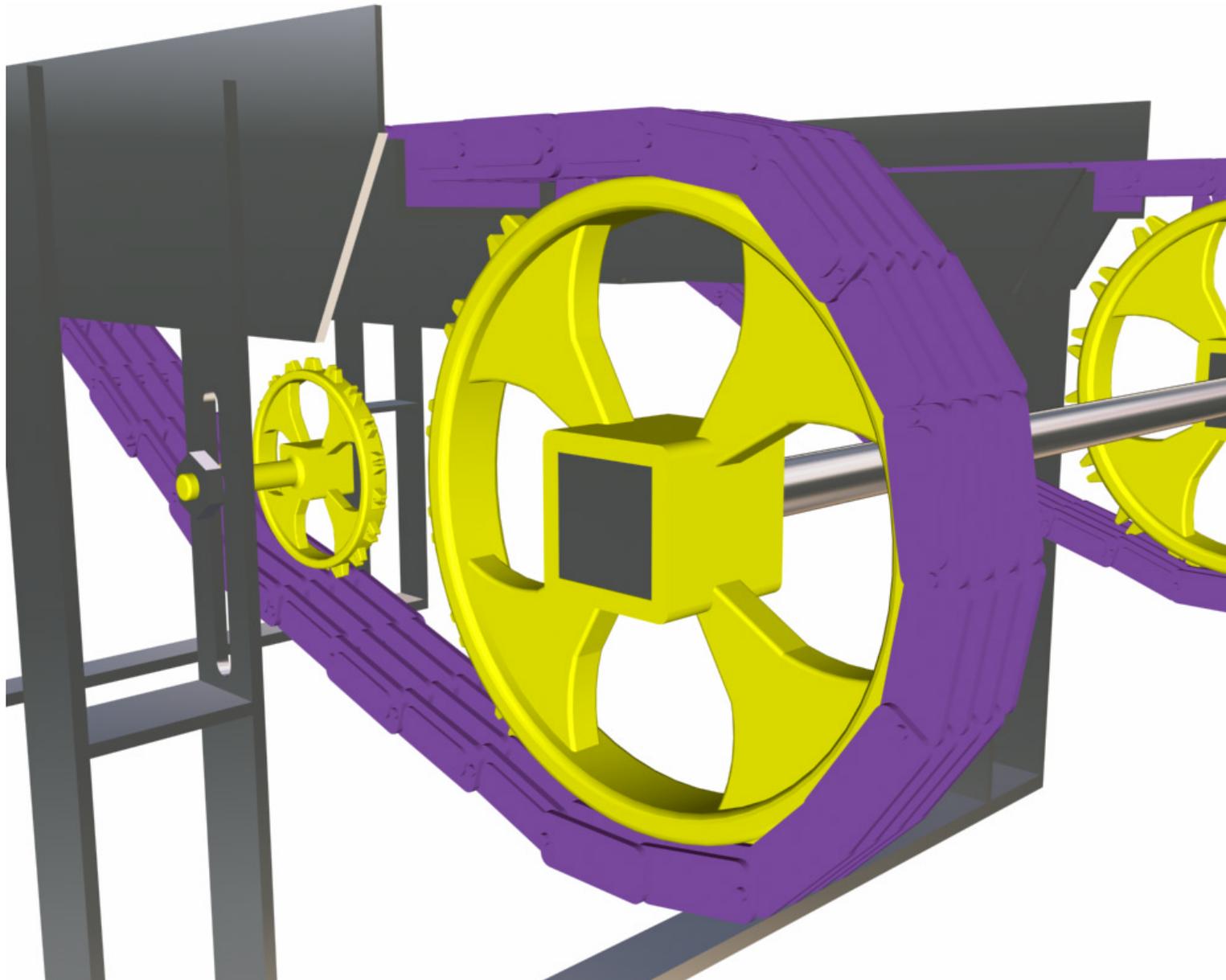
Corte del sistema de arrastre por cadenas



Corte del sistema de arrastre por cadenas



Detalle de los engranajes del sistema de arrastre por cadenas



Detalle del tensor de la cadena del sistema de arrastre

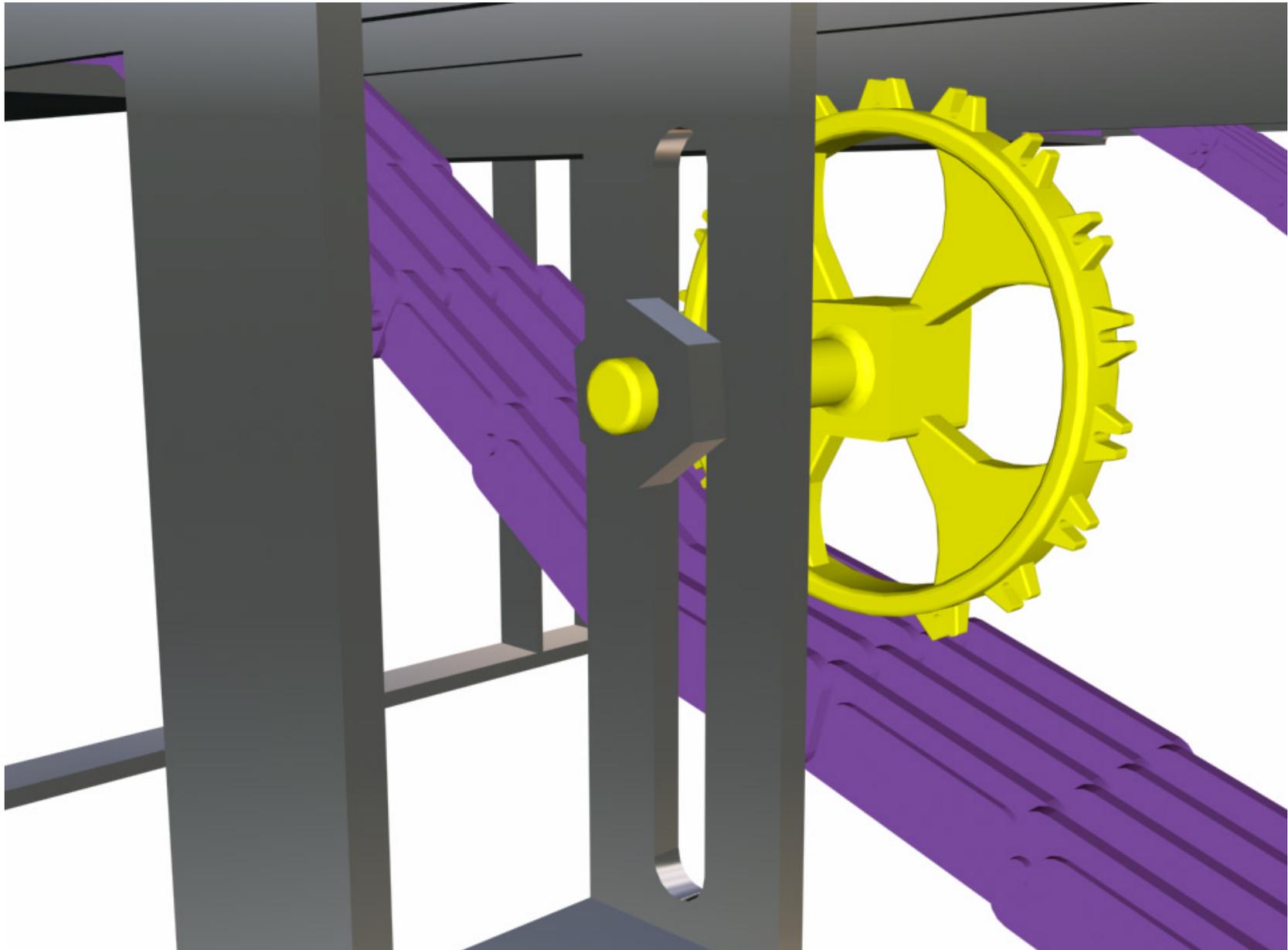
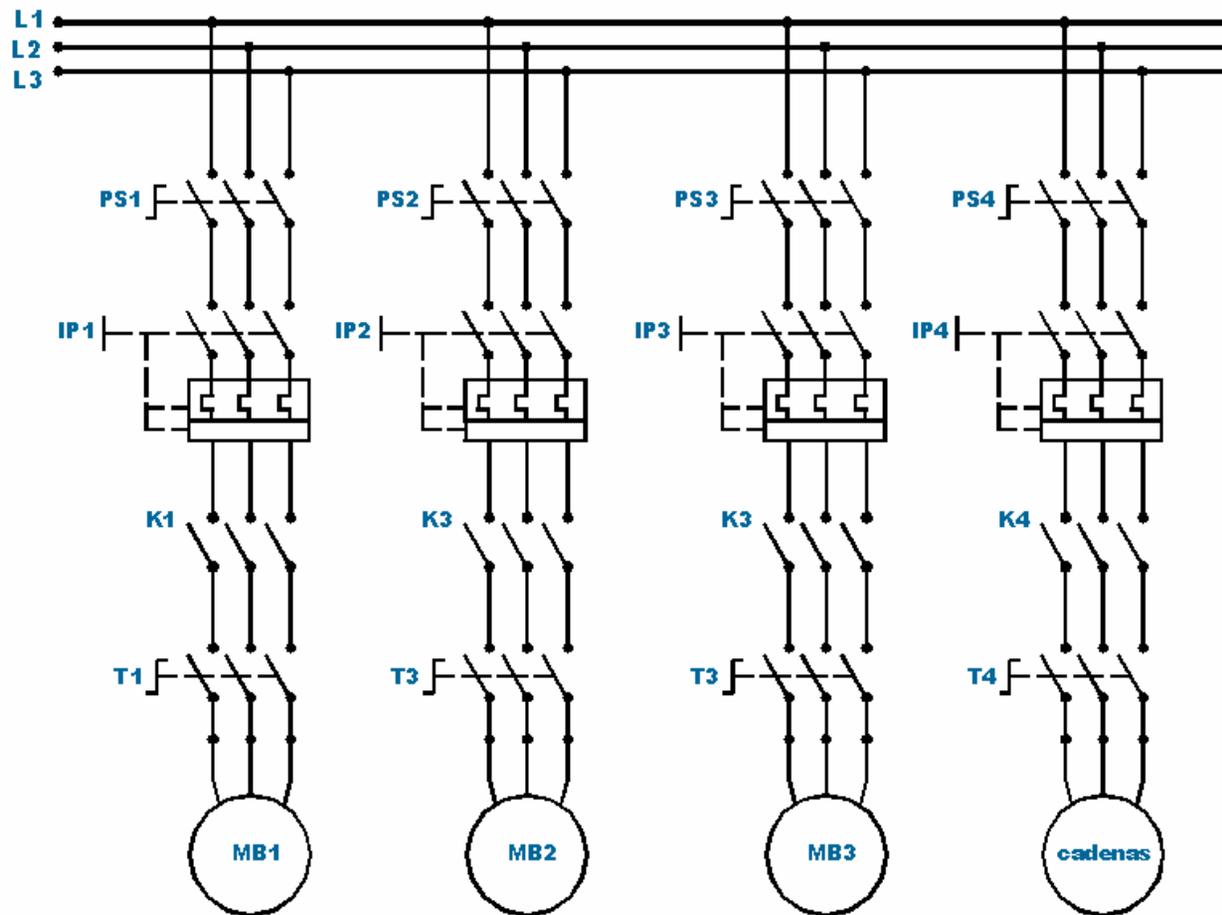


Diagrama de potencia del túnel de lavado de moldes



PS = Protección contra sobre corriente (guardamotor).

IP = Interruptor principal.

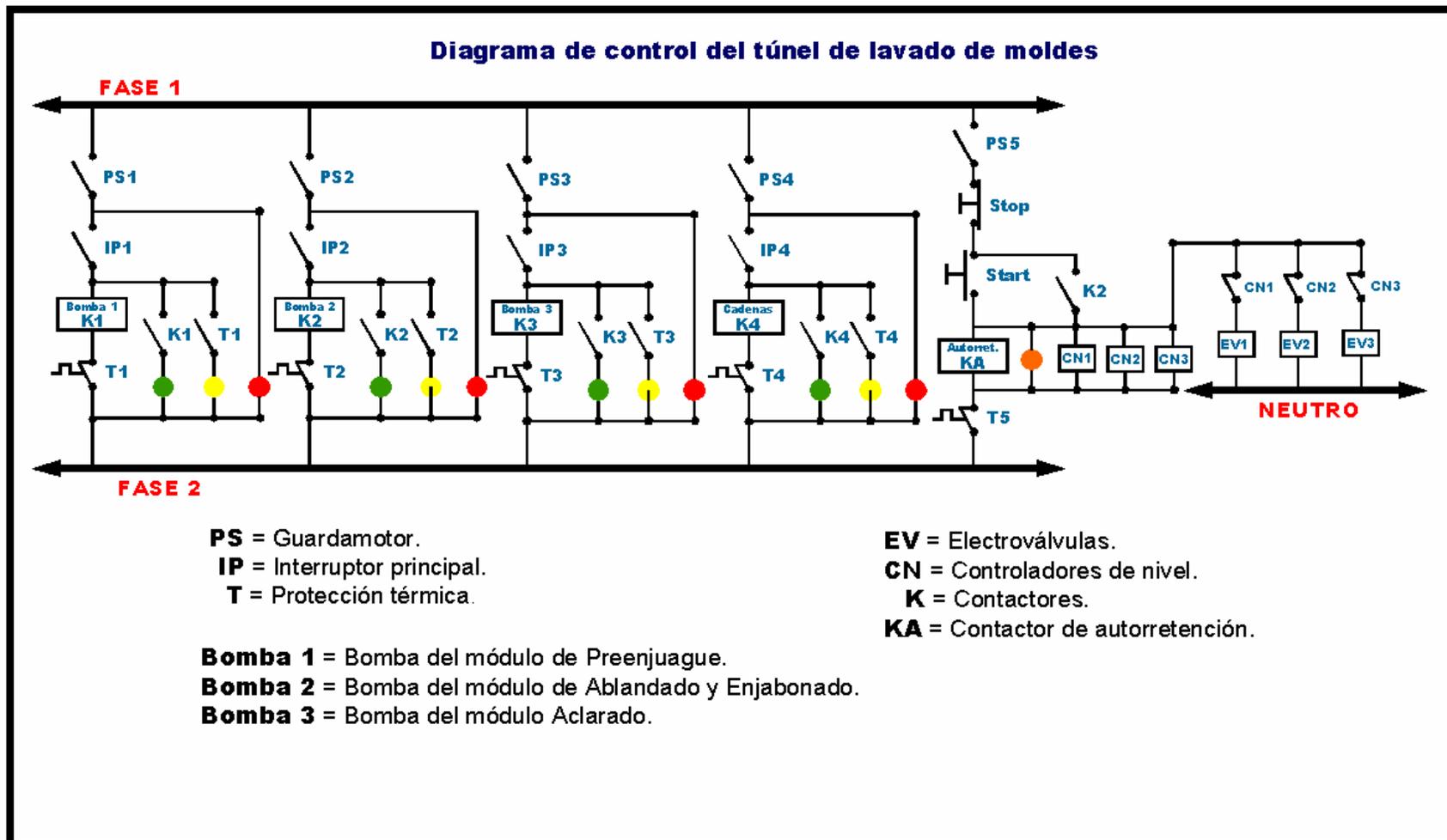
T = Protección térmica.

K = Contactores.

MB1 = Motobomba del módulo de Preenjuague.

MB2 = Motobomba del módulo de Ablandado y Enjabonado.

MB3 = Motobomba del módulo Aclarado.



Bibliografía

- ALFA LAVAL. **Manual de Instrucción, Operación y Repuestos de la Descremadora 518.**
- ARMSTRONG. **Guía para la conservación de vapor en el drenado de condensados.**
- ARMSTRONG. **Solution Source for Steam, Air And Hot Water Systems.** 2004.
- BONFIGLIOLI RIDOTTORI. **Catálogo de productos 29/91₄.**
- CHEVALIER A. **Dibujo Industrial.** Limusa. México. 2001.
- COLEGIO FEDERADO DE INGENIEROS. **Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones.** San José, Costa Rica. 1996.
- GUTIERREZ, G. **Informe de la Práctica de Graduación.** San José, Costa Rica. 1999.
- HOLMAN J.P. **Transferencia de calor,** McGraw Hill. Octava edición. Madrid. 1998.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO ESPAÑOL. www.eper-es.com
- INTRALOX. **Manual técnico de bandas transportadoras modulares de plásticas.** 2003.
- KERN DONALD Q. **Procesos de transferencia de calor.** Editorial Continental. Primera edición. México. 1992.
- MOTT ROBERT L. **Mecánica de fluidos aplicada.** Editorial Prentice may. Cuarta edición México. 1996.

Q-PUMPS. **Sanitary Centrifugal Pumps**. 2004.

SPIRAX SARCO. **Catálogo de productos**. 1999.

SPRAYING SYSTEM Co. **Industrial Spray Products, catalog 60B**.2004.

TECNOVAL S.A. **Catálogo de productos N° 399**.

VALVERDE V, JORGE. **Administración de Mantenimiento**. Cartago, Costa Rica. 1996.

Anexos.

Anexo #1. Características técnicas del cuerpo conector orientable.

QuickJet Adjustable Ball Fitting Nozzle Bodies



1/4"-1/2" NPT or BSPT (M)

- Adjustable Ball Fitting QuickJet nozzle bodies provide adjustable positioning of QuickJet spray tips within a 50° included angle of adjustment.
- Locking screws hold the adjustment position even when jarred or subjected to vibration.

SPECIFICATIONS

Nozzle Inlet Conn. NPT or BSPT	Adjustable Ball Fitting QuickJet Body Type
	QJA
1/4	•
3/8	•
1/2	•

MATERIALS

Material	Material Code	Adjustable Ball Fitting QuickJet Body Type
		QJA
Brass	(none)	•
Stainless Steel	SS	•

Other materials available upon request.

ORDERING INFO

ADJUSTABLE BALL FITTING QUICKJET COMPLETE NOZZLE

NOZZLE BODY

1/4 x QJA - SS + QUICKJET SPRAY TIP

Inlet Conn.

Body Type

Material Code



Spraying Systems Co.[®]

Phone 1-800-95-SPRAY, Fax 1-888-95-SPRAY
Outside the U.S., Phone 1(630) 665-5000, Fax 1(630) 260-0842
Visit our Web Site: www.spray.com, email: info@spray.com

Anexo #2. Características técnicas de las boquillas que se van a utilizar.



FLAT SPRAY NOZZLES



H-VV H-VVL H-DT



1/8"-1/4" NPT or BSPT (M)



Integral strainer
1/8"-1/4" NPT or BSPT (M)



1/8"-1/4" NPT or BSPT (F)

H-U H-DU



1/8"-1/2" NPT or BSPT (M)



1/8"-1/4" NPT or BSPT (F)

DESIGN FEATURES

Standard VeeJet spray nozzles feature a high impact solid stream or flat spray pattern with spray angles of 0° to 110° at 40 psi (3 bar). They produce a uniform distribution of small- to medium-sized drops. Specially tapered spray pattern edges provide even spray coverage when several nozzles with overlapping patterns are required.

- **Model H-VV, H-VVL, and H-DT** VeeJet nozzles feature flow rates below 1 gpm at 40 psi (3.9 l/min at 3 bar).
- **Model H-VVL** nozzle comes with a built-in strainer.
- **Model H-U and H-DU** VeeJet spray nozzles feature flow rates of 1 gpm (3.9 l/min) and greater at 40 psi (3 bar).

ACCESSORIES

- Split-eyelot Connector
- Pressure Gauges
- Adjustable Ball Fittings
- Pressure Relief Valves
- Strainers
- Control Valves
- Check Valves
- Swivel Connectors

See Section L for more info.

COMMON APPLICATIONS

- Cooling and quenching
- Product washing
- Water cooling
- Air and gas washers
- Scrubbers
- Liquor washers
- Dust control
- Fire protection

Mesh Selection Guide	
Drifice Dia.	Recommended Screen Mesh
Up through .018" (.46 mm)	200
.019" (.47 mm) through .031" (.79 mm)	100
.032" (.80 mm) and larger	50



Spraying Systems Co.

Phone 1-800-95-SPRAY, Fax 1-888-95-SPRAY
Outside the U.S., Phone 1(630) 685-5000, Fax 1(630) 260-0942
Visit our Web Site: www.spray.com, email: info@spray.com

VeeJet[®] Spray Nozzles • Standard Spray

Small Capacity



FLAT SPRAY NOZZLES

PERFORMANCE DATA

Spray Angle at 40 psi	Nozzle Type/ Inlet Connection										Capacity Size	Equiv. Orifice Dia.	Capacity (gallons per minute)											Spray Angle					
	H-VV		H-VVL		H-U			H-DT		H-DU			5	10	20	30	40	60	80	100	200	300	500	20	40	80	200		
	1/8	1/4	1/8	1/4	1/8	1/4	3/8	1/2	1/8	1/4			1/8	1/4	psi	psi	psi	psi	psi	psi									
110°	•	•	•	•								01	.026"	.03	.05	.07	.09	.10	.12	.14	.16	.22	.27	.35	94°	110°	121°	124°	
	•	•	•	•								015	.032"	.05	.07	.11	.13	.15	.18	.21	.24	.34	.41	.53	97°	110°	121°	124°	
	•	•	•	•							•	02	.035"	.07	.10	.14	.17	.20	.25	.28	.32	.45	.55	.71	98°	110°	120°	123°	
	•	•	•	•							•	03	.043"	.11	.15	.21	.26	.30	.37	.42	.47	.67	.82	1.1	99°	110°	120°	123°	
	•	•	•	•							•	04	.050"	.14	.20	.28	.35	.40	.49	.57	.63	.89	1.1	1.4	100°	110°	119°	122°	
	•	•	•	•							•	05	.056"	.18	.25	.35	.43	.50	.61	.71	.79	1.1	1.4	1.8	100°	110°	118°	122°	
	•	•	•	•							•	06	.061"	.21	.30	.42	.52	.60	.73	.85	.95	1.3	1.6	2.1	101°	110°	117°	122°	
	•	•	•	•							•	08	.071"	.28	.40	.56	.69	.80	.98	1.1	1.3	1.8	2.2	2.8	102°	110°	117°	121°	
	•	•	•	•							•	10	.079"	.35	.50	.71	.86	1.0	1.2	1.4	1.6	2.2	2.7	3.5	103°	110°	117°	119°	
	•	•	•	•							•	15	.094"	.53	.75	1.1	1.3	1.5	1.8	2.1	2.4	3.4	4.1	5.3	104°	110°	117°	118°	
				•							20	.109"	.71	1.0	1.4	1.7	2.0	2.5	2.8	3.2	4.5	5.5	7.1	105°	110°	117°	118°		
95°	•	•	•	•							•	0050	.018"	—	—	.035	.043	.050	.06	.07	.08	.11	.14	.18	81°	95°	105°	113°	
	•	•	•	•							•	01	.026"	.03	.05	.07	.09	.10	.12	.14	.16	.22	.27	.35	81°	95°	105°	113°	
	•	•	•	•							•	015	.032"	.05	.07	.11	.13	.15	.18	.21	.24	.34	.41	.53	82°	95°	105°	113°	
	•	•	•	•							•	02	.035"	.07	.10	.14	.17	.20	.25	.28	.32	.45	.55	.71	82°	95°	105°	113°	
	•	•	•	•							•	03	.043"	.11	.15	.21	.26	.30	.37	.42	.47	.67	.82	1.1	83°	95°	104°	111°	
	•	•	•	•							•	04	.050"	.14	.20	.28	.35	.40	.49	.57	.63	.89	1.1	1.4	84°	95°	103°	108°	
	•	•	•	•							•	05	.056"	.18	.25	.35	.43	.50	.61	.71	.79	1.1	1.4	1.8	84°	95°	102°	107°	
	•	•	•	•							•	06	.061"	.21	.30	.42	.52	.60	.73	.85	.95	1.3	1.6	2.1	86°	95°	101°	106°	
	•	•	•	•							•	065	.064"	.23	.33	.46	.56	.65	.80	.92	1.0	1.5	1.8	2.3	86°	95°	101°	106°	
	•	•	•	•							•	08	.071"	.28	.40	.56	.69	.80	.98	1.1	1.3	1.8	2.2	2.8	87°	95°	100°	105°	
	•	•	•	•							•	10	.079"	.35	.50	.71	.86	1.0	1.2	1.4	1.6	2.2	2.7	3.5	89°	95°	100°	105°	
	•	•	•	•		•	•				•	15	.094"	.53	.75	1.1	1.3	1.5	1.8	2.1	2.4	3.4	4.1	5.3	90°	95°	100°	105°	
	•	•	•	•		•	•	•			•	20	.109"	.71	1.0	1.4	1.7	2.0	2.5	2.8	3.2	4.5	5.5	7.1	90°	95°	100°	105°	
	•	•	•	•		•	•	•	•		•	30	.133"	1.1	1.5	2.1	2.6	3.0	3.7	4.2	4.7	6.7	8.2	10.6	91°	95°	101°	105°	
	•	•	•	•		•	•	•	•		•	40	.153"	1.4	2.0	2.8	3.5	4.0	4.9	5.7	6.3	8.9	11.0	14.2	92°	95°	100°	105°	
•	•	•	•		•	•	•	•		•	50	.172"	1.8	2.5	3.5	4.3	5.0	6.1	7.1	7.9	11.2	13.7	17.7	93°	95°	99°	103°		
•	•	•	•		•	•	•	•		•	60	.188"	2.1	3.0	4.2	5.2	6.0	7.3	8.5	9.5	13.4	16.4	21	93°	95°	99°	103°		
•	•	•	•		•	•	•	•		•	70	.203"	2.5	3.5	4.9	6.1	7.0	8.6	9.9	11.1	15.7	19.2	25	93°	95°	99°	103°		
•	•	•	•		•	•	•	•		•	80	.217"	2.8	4.0	5.7	6.9	8.0	9.8	11.3	12.6	17.9	22	28	93°	95°	99°	102°		
•	•	•	•		•	•	•	•		•	100	.243"	3.5	5.0	7.1	8.6	10.0	12.2	14.1	15.8	22	27	35	93°	95°	99°	102°		
•	•	•	•		•	•	•	•		•	150	.297"	5.3	7.5	10.6	13.0	15.0	18.4	21	24	34	41	53	93°	95°	99°	102°		
80°	•	•	•	•							•	0050	.018"	—	—	.035	.043	.050	.06	.07	.08	.11	.14	.18	61°	80°	95°	101°	
	•	•	•	•							•	0067	.021"	—	.03	.05	.06	.067	.08	.09	.11	.15	.18	.24	67°	80°	94°	99°	



Spraying Systems Co.

Phone 1-800-95-SPRAY, Fax 1-888-95-SPRAY
Outside the U.S., Phone 1(630) 665-5000, Fax 1(630) 260-0842
Visit our Web Site: www.spray.com, email: info@spray.com



VeeJet™ Spray Nozzles • Standard Spray
Small Capacity

FLAT SPRAY NOZZLES

PERFORMANCE DATA

Spray Angle at 40 psi	Nozzle Type/ Inlet Connection										Capacity Size	Equiv. Orifice Dia.	Capacity (gallons per minute)											Spray Angle					
	H-VV		H-VVL		H-U		H-DT		H-DU				5	10	20	30	40	60	80	100	200	300	500	20	40	80	200		
	1/8	1/4	1/8	1/4	1/8	1/4	3/8	1/2	1/8	1/4			1/8	1/4	psi	psi	psi	psi	psi										
50°			•										09	.075"	.32	.45	.64	.78	.90	1.1	1.3	1.4	2.0	2.5	3.2	45°	50°	55°	59°
					•	•	•						10	.079"	.35	.50	.71	.86	1.0	1.2	1.4	1.6	2.2	2.7	3.5	45°	50°	55°	59°
						•	•	•					15	.094"	.53	.75	1.1	1.3	1.5	1.8	2.1	2.4	3.4	4.1	5.3	45°	50°	55°	59°
						•	•	•	•				20	.109"	.71	1.0	1.4	1.7	2.0	2.5	2.8	3.2	4.5	5.5	7.1	45°	50°	55°	59°
						•	•	•	•				30	.133"	1.1	1.5	2.1	2.6	3.0	3.7	4.2	4.7	6.7	8.2	10.6	45°	50°	55°	59°
						•	•	•	•				40	.153"	1.4	2.0	2.8	3.5	4.0	4.9	5.7	6.3	8.9	11.0	14.2	46°	50°	54°	59°
						•	•	•	•				50	.172"	1.8	2.5	3.5	4.3	5.0	6.1	7.1	7.9	11.2	13.7	17.7	46°	50°	54°	59°
						•	•	•	•				60	.188"	2.1	3.0	4.2	5.2	6.0	7.3	8.5	9.5	13.4	16.4	21	46°	50°	54°	59°
						•	•	•	•				70	.203"	2.5	3.5	4.9	6.1	7.0	8.6	9.9	11.1	15.7	19.2	25	46°	50°	54°	59°
						•	•	•	•				80	.217"	2.8	4.0	5.7	6.9	8.0	9.8	11.3	12.6	17.9	22	28	45°	50°	53°	58°
						•	•	•	•				85	.224"	3.0	4.3	6.0	7.4	8.5	10.4	12.0	13.4	19	23	30	45°	50°	53°	57°
						•	•	•	•				90	.230"	3.2	4.5	6.4	7.8	9.0	11.0	12.7	14.2	20	25	32	45°	50°	53°	56°
						•	•	•	•				100	.243"	3.5	5.0	7.1	8.6	10.0	12.2	14.1	15.8	22	27	35	44°	50°	52°	54°
						•	•	•	•				110	.255"	3.9	5.5	7.8	9.5	11.0	13.5	15.6	17.4	25	30	39	45°	50°	53°	54°
						•	•	•	•				120	.266"	4.2	6.0	8.5	10.4	12.0	14.7	17.0	19.0	27	33	42	44°	50°	53°	55°
					•	•	•	•				135	.282"	4.8	6.8	9.5	11.7	13.5	16.5	19.1	21	31	37	48	45°	50°	52°	55°	
					•	•	•	•				150	.297"	5.3	7.5	10.6	13.0	15.0	18.4	21	24	34	41	53	45°	50°	52°	55°	
					•	•	•	•				200	.343"	7.1	10.0	14.1	17.3	20	25	28	32	44	55	71	46°	50°	52°	55°	
					•	•	•	•				250	.384"	8.8	12.5	17.7	22	25	31	35	40	56	68	88	46°	50°	52°	55°	
40°	•	•	•	•								01	.026"	—	—	.07	.09	.10	.12	.14	.16	.22	.27	.35	26°	40°	52°	59°	
	•	•	•	•								015	.032"	—	—	.11	.13	.15	.18	.21	.24	.34	.41	.53	27°	40°	52°	59°	
	•	•	•	•								02	.035"	—	.10	.14	.17	.20	.25	.28	.32	.45	.55	.71	29°	40°	51°	58°	
	•	•	•	•								03	.043"	—	.15	.21	.26	.30	.37	.42	.47	.67	.82	1.1	30°	40°	50°	57°	
	•	•	•	•								04	.050"	—	.20	.28	.35	.40	.49	.57	.63	.89	1.1	1.4	30°	40°	50°	56°	
	•	•	•	•								05	.056"	—	.25	.35	.43	.50	.61	.71	.79	1.1	1.4	1.8	31°	40°	49°	55°	
	•	•	•	•								055	.059"	—	.28	.39	.49	.55	.67	.78	.87	1.2	1.5	1.9	31°	40°	49°	55°	
	•	•	•	•								06	.061"	—	.30	.42	.52	.60	.73	.85	.95	1.3	1.6	2.1	31°	40°	49°	55°	
•	•	•	•								065	.064"	—	.33	.46	.56	.65	.80	.92	1.0	1.5	1.8	2.3	31°	40°	48°	54°		
•	•	•	•								07	.066"	—	.35	.49	.61	.70	.86	.99	1.1	1.6	1.9	2.5	31°	40°	48°	54°		



Spraying Systems Co.®

Phone 1-800-95-SPRAY, Fax 1-888-95-SPRAY
Outside the U.S., Phone 1(630) 666-5000, Fax 1(630) 260-0842
Visit our Web Site: www.spray.com, email: info@spray.com

Anexo #3. Fotografía de la Descremadora 518.



Anexo #4. Ficha técnica de la Descremadora 518.



Codificación: P702-DES01
Descripción: Descremadora 518
Clasificación: Crítico
Número de Activo: 1210151683
Manual: R4
Proveedor: Tetra Pack

Código Estructurado: 12705



Datos de placa

Marca: Alfa Laval **No. Producto:** 881124-01-03
Número de Serie: 4072533 **Máx. velocidad de rotor:** 3960 r/min
Modelo: HMRPX 518 HGV-74C **Potencia recomend. motor:** 22 kW
Fab: 1994 **Peso total:** 2300 kg

Datos de placa del motor

Marca: Brook Hansen **Tensión:** 230/460 v
Identificación: S/N **Corriente:** 80/40 A
Modelo: S/N **Velocidad:** 1760 rpm
IP: 23 **Fp:** S/N
CL: S/N **Potencia:** 25 kW - 33,5 hp
Frecuencia: 60 Hz **Rol Delantero:** 6313ZC3
Fases: S/N **Rol Trasero:** 6311ZC3
Peso: S/N **Lubricante:** S/N

Nota: Se anota S/N cuando el dato no se conoce.

Anexo #5. Vista del menú principal del módulo a terceros.



Anexo #6. Muestra de una tarea del Manual de Mantenimiento Preventivo.

Ced. 300404500230

Manual de Tareas

03-03-2004
02:48 PM
Pág. 1
SPTMTU1R

Código Tarea	DES01-MOT1-001	Descripción	AL MOTOR ELÉCTRICO DE LA DESCREMADORA 518 (R4-015-001) DE PLANTA 7, REVISAR:		
Tipo	Preventivo	Tiempo Estimado	30	MIN	
Frecuencia por Dispositivo:	Cantidad	Preaviso	0.0	SEMANA	
Frecuencia por Tiempo:	Cantidad	4.0	Preaviso	0.0	SEMANA
Unidades de Mantenimiento					
Unidad Mto	Descripción				Nivel
P702-DES01-MOT1	MOTOR ELÉCTRICO				Subparte
Repuestos					
Bodega	Parte	Numero	Catalogo	Descripción	Cantidad
Herramientas					
Código	Descripción				Cantidad
Recursos					
Tipo					Cantidad
Instrucciones					
Número	Descripción				
1	AL MOTOR ELÉCTRICO DE LA DESCREMADORA 518 (R4-015-001) DE PLANTA 7, REVISAR: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> LA SEGURIDAD ES PRIMERO: <ul style="list-style-type: none"> EL PERSONAL DEBE ESTAR DEBIDAMENTE CALIFICADO Y FAMILIARIZADO CON LA OPERACIÓN Y PELIGROS INVOLUCRADOS DE ESTE EQUIPO. RECUERDE TOMAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS A LA HORA DE REALIZAR ESTA TAREA. EL NO SEGUIR ESTA PRECAUCIÓN PUEDE DAR COMO RESULTADO DAÑO A LA PERSONA O LA DESTRUCCIÓN DEL EQUIPO. <input type="checkbox"/> CON EL MOTOR FUNCIONANDO. <input type="checkbox"/> - MIDA LA CORRIENTE DEL MOTOR CON UN AMPERÍMETRO DE GANCHO EN LOS CABLES UBICADOS EN EL PANEL DE POTENCIA. ANOTE LOS VALORES LEÍDOS (EL VALOR NOMINAL ES DE 80 A). <input type="checkbox"/> - COMPARE LAS LECTURAS OBTENIDAS DE CORRIENTE PARA CADA LÍNEA Y ASEGÚRESE QUE SE ENCUENTREN BALANCEADAS. EN CASO DE QUE EXISTA DESBALANCE, BUSQUE LA POSIBLE CAUSA DEL PROBLEMA. REPORTE. <input type="checkbox"/> - MEDIANTE EL EMPLEO DE UN VOLTÍMETRO, OBTENGA LOS VALORES DE TENSIÓN EN LOS TERMINALES DE LAS LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN DEL MOTOR UBICADOS EN EL PANEL DE POTENCIA, ANOTE EL VALOR OBTENIDO. (EL VALOR NOMINAL ES DE 240 VAC.) <input type="checkbox"/> - CON BASE EN SU EXPERIENCIA VERIFIQUE QUE NO EXISTAN RUIDOS O VIBRACIONES FUERA DE LOS QUE SE PRODUCEN EN EL FUNCIONAMIENTO NORMAL DEL MOTOR. BUSQUE OLORES PROVENIENTES DEL INTERIOR DEL MOTOR QUE PUEDAN DAR INDICIOS DE POSIBLES PROBLEMAS DE SOBRECALENTAMIENTO. <input type="checkbox"/> - VERIFIQUE QUE LOS ANCLAJES DEL MOTOR SE ENCUENTREN BIEN SUJETADOS Y QUE NO EXISTA SOLTURA MECÁNICA EN ALGUNA DE LAS PARTES DE LA ESTRUCTURA DE MOTOR. SOCAR SI ES NECESARIO. <input type="checkbox"/> - EN LA PARTE EXTERNA DEL MOTOR CERCIORESE QUE ESTE SE ENCUENTRE LIBRE DE POLVO, HUMEDAD O SALPICADURAS DE CUALQUIER OTRO TIPO DE RESIDUO CON EL QUE ESTE PUEDA ENTRAR EN CONTACTO. CORREGIR SI ES NECESARIO. <input type="checkbox"/> - EVITE DESPERDICIOS Y DERRAMES. <input type="checkbox"/> DISPONGA ADECUADAMENTE DE LOS DESECHOS OBTENIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA TAREA, LA DEPOSICIÓN DE ESTOS DESECHOS DEBE SER ACORDE CON LAS EXIGENCIAS Y LA POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL. <input type="checkbox"/> CUALQUIER ANOMALÍA QUE OBSERVE COMUNÍQUESELA A SU SUPERVISOR PARA QUE programe los cambios necesarios, así como también el abastecimiento de repuestos y herramientas. <input type="checkbox"/> 				

Observaciones

N/A

Anexo #7. Muestra de una Orden de Trabajo generada por el Sistema.

DOS PINOS
Ced. Jur. 300404500230

Orden de Trabajo

04-03-2004
09:36 AM
Pág. 1
CCTOTT22F

Orden Trabajo N° 1846 Tipo: Preventivo Orden Trabajo N° 1846

Información del Solicitante:

Fecha emisión 03-03-2004
Fecha ejecución 08-03-2004
Solicita BRENES TREJOS MIGUEL ANGEL
VB Gerencia
VB Direccion
VB Gerencia General
Estado: Programada Prioridad
Encargado/Nave: TALLER MECÁNICO
ALVARADO BRENES ANTONIO DE JESUS

Maquinaria:

Maquina: DESCREMADORA 518
Unidad Mto/ P702-DES01-MULT
Parte SISTEMA MULTIPLICADOR DE VELOCIDAD
Marca: AL
Modelo: HMRPX 518 HGV-7
Serie: S/N
Maquina: P702-DES01-TRAN
Cuenta Cargo: n.d.

Maquinaria Tetra Pak:

Draw Spec:
Service Spec:

Dispositivo:

DES01
1

Descripción Trabajo Solicitado:

TAREA	DES01-MULT-001	Tiempo	10 MIN	Responsables:	Resultado										
Tipo	Preventivo	Frecuencia Dispositivo:													
Especialidad	Mecanico	Frecuencia Tiempo:	1 SEMANA												
Inspeccion	Referencia	Detalle Inspeccion													
4	1	AL SISTEMA DE MULTIPLICACIÓN DE VELOCIDAD DE LA DESCREMADORA 518 (R4-214) DE PLANTA 7, REVISAR:			[]										
<p>LA SEGURIDAD ES PRIMERO: EL PERSONAL DEBE ESTAR DEBIDAMENTE CALIFICADO Y FAMILIARIZADO CON LA OPERACIÓN Y PELIGROS INVOLUCRADOS DE ESTE EQUIPO, RECUERDE TOMAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS A LA HORA DE REALIZAR ESTA TAREA. EL NO SEGUIR ESTA PRECAUCIÓN PUEDE DAR COMO RESULTADO DAÑO A LA PERSONA O LA DESTRUCCIÓN DEL EQUIPO.</p> <p>CON EL EQUIPO FUERA DE SERVICIO.</p> <p>- LIMPIE LA MIRILLA DEL NIVEL DE ACEITE (R4-214-00A) DE MANERA QUE PUEDA VERIFICAR LA CANTIDAD DE ACEITE CON QUE CUENTA EL SISTEMA. COMPRUEBE QUE TIENE EL NIVEL DE ACEITE REQUERIDO, EL CUAL DEBE ESTAR SITUADO POR ENCIMA DE LA MITAD DEL VIDRIO DE NIVEL. RELLENE SI ES NECESARIO.</p> <table border="1" style="width: 100%; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th># DE PARTE</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>CATÁLOGO</th> <th>ARTÍCULO</th> <th>CANTIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6-542690 84</td> <td>ACEITE LUBRICANTE (GALÓN)</td> <td>R4-422</td> <td>11</td> <td>REVISAR</td> </tr> </tbody> </table> <p>- VERIFIQUE QUE LA PARTE EXTERNA DE LA CARCAZA SE ENCUENTRA LIMPIA. ASEGÚRESE DE QUE NO EXISTEN DERRAMES O GOTEOS DE LUBRICANTE EN TODO EL CONJUNTO. CORREGIR SI ES NECESARIO.</p> <p>- EVITE DESPERDICIOS Y DERRAMES. DISPONGA ADECUADAMENTE DE LOS DESECHOS OBTENIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA TAREA, LA DEPOSICIÓN DE ESTOS DESECHOS DEBE SER ACORDE CON LAS EXIGENCIAS Y LA POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.</p> <p>CUALQUIER ANOMALÍA QUE OBSERVE COMUNÍQUESELA A SU SUPERVISOR PARA QUE programe los cambios necesarios, así como también el abastecimiento de repuestos y herramientas.</p>						# DE PARTE	DESCRIPCIÓN	CATÁLOGO	ARTÍCULO	CANTIDAD	6-542690 84	ACEITE LUBRICANTE (GALÓN)	R4-422	11	REVISAR
# DE PARTE	DESCRIPCIÓN	CATÁLOGO	ARTÍCULO	CANTIDAD											
6-542690 84	ACEITE LUBRICANTE (GALÓN)	R4-422	11	REVISAR											

<i>Tiempo Total Estimado</i>	10 MIN
------------------------------	--------

Anexo #8. Orden de Trabajo revisada e ingresada al Sistema.

DOS PINOS
Ced. Jur. 300404900230

Orden de Trabajo

F

19-02-2004
08:01 AM
Pág. 24
CCTOTT22R

Orden Trabajo N° 1711 Tipo: Preventivo Orden Trabajo N° 1711

Información del Solicitante:

Fecha emisión: 18-02-2004
 Fecha ejecución: [REDACTED]
 Solicita: BRENES TREJOS MIGUEL ANGE
 VB Gerencia:
 VB Dirección:
 VB Gerencia General:
 Estado: Programada Prioridad:
 Encargado/Name: TALLER MECÁNICO ALVARADO BRENES ANTONIO DE JESUS

Maquinaria:

Maquina: DESCREMADORA 518
 Unidad Mto: P702-DES01-MULT
 Parte: SISTEMA MULTIPLICADOR DE VELOCIDAD
 Marca: AL
 Modelo: HMRFX 518 HGV-Z
 Serie: S/N
 # Maquina: P702-DES01-TRAN
 Cuenta Cargo: n.d.

Maquinaria Tetra Pak:

Draw Spec:
 Service Spec:

Dispositivo:
DES01
1

TAREA	DES01-MULT-001	Tiempo	10 MIN	Responsables,										
Tipo	Preventivo	Frecuencia Dispositivo:												
Especialidad	[REDACTED]	Frecuencia Tiempo:	1 SEMANA											
Inspeccion Referencia	Detalle Inspeccion			Resultado										
4	1	AL SISTEMA DE MULTIPLICACIÓN DE VELOCIDAD DE LA DESCREMADORA 518 (R4-214) DE PLANTA 7 [REDACTED]		[]										
<p>LA SEGURIDAD ES PRIMERO: EL PERSONAL DEBE ESTAR DEBIDAMENTE CALIFICADO Y FAMILIARIZADO CON LA OPERACIÓN Y PELIGROS INVOLUCRADOS DE ESTE EQUIPO, RECUERDE TOMAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS A LA HORA DE REALIZAR ESTA TAREA. EL NO SEGUIR ESTA PRECAUCIÓN PUEDE DAR COMO RESULTADO DAÑO A LA PERSONA O LA DESTRUCCIÓN DEL EQUIPO.</p> <p>CON EL EQUIPO FUERA DE SERVICIO.</p> <p>- LIMPIE LA MIRILLA DEL NIVEL DE ACEITE (R4-214-00A) DE MANERA QUE PUEDA VERIFICAR LA CANTIDAD DE ACEITE CON QUE CUENTA EL SISTEMA. COMPRUEBE QUE TIENE EL NIVEL DE ACEITE REQUERIDO, EL CUAL DEBE ESTAR SITUADO POR ENCIMA DE LA MITAD DEL VIDRIO DE NIVEL. RELLENE SI ES NECESARIO.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th># DE PARTE</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>CATÁLOGO</th> <th>ARTICULO</th> <th>CANTIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6-542690 84</td> <td>ACEITE LUBRICANTE (GALÓN)</td> <td>R4-422</td> <td>11</td> <td>REVISAR</td> </tr> </tbody> </table> <p>- VERIFIQUE QUE LA PARTE EXTERNA DE LA CARCAZA SE ENCUENTRA LIMPIA. ASEGÚRESE DE QUE NO EXISTEN DERRAMES O GOTEOS DE LUBRICANTE EN TODO EL CONJUNTO. CORREGIR SI ES NECESARIO.</p> <p>- EVITE DESPERDICIOS Y DERRAMES. DISPONGA ADECUADAMENTE DE LOS DESECHOS OBTENIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA TAREA, LA DEPOSICIÓN DE ESTOS DESECHOS DEBE SER ACORDE CON LAS EXIGENCIAS Y LA POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.</p> <p>CUALQUIER ANOMALÍA QUE OBSERVE COMUNIQUESELA A SU SUPERVISOR PARA QUE programe LOS CAMBIOS NECESARIOS, ASÍ COMO TAMBIÉN EL ABASTECIMIENTO DE REPUESTOS Y HERRAMIENTAS.</p>					# DE PARTE	DESCRIPCIÓN	CATÁLOGO	ARTICULO	CANTIDAD	6-542690 84	ACEITE LUBRICANTE (GALÓN)	R4-422	11	REVISAR
# DE PARTE	DESCRIPCIÓN	CATÁLOGO	ARTICULO	CANTIDAD										
6-542690 84	ACEITE LUBRICANTE (GALÓN)	R4-422	11	REVISAR										

Tiempo Total Estimado 10 MIN

Orden de Trabajo

DOS PINOS
Céd. Jur. 300404500230

19-02-2004
08:01 AM
Pág. 25
CC TOTT22P

Orden Trabajo N°	1711	Tipo:	Preventivo	Orden Trabajo N°	
Fecha emisión	18-02-2004	Maquina:	DESCREMADORA 618		
Fecha ejecución		Unidad Mto/	P702-DES01-MULT		
Solicita	BRENES TREJOS MIGUEL ANGEL	Parte	SISTEMA MULTIPLICADOR DE VELOCIDAD		
VB Gerencia		Marca:	AL		
VB Dirección		Modelo:	HMRPX 518 HGV-7		
VB Gerencia General		Serie:	S/N		
Estado:	Programada	# Maquinas:	P702-DES01-TRAN		
Encargado/Navs:	TALLER MECANICO ALVARADO BRENES ANTONIO DE JESUS	Cuenta Cargo:	n d		
<u>Descripción Trabajo Solicitado:</u>				<u>Maquinaria Tetra Pak:</u>	<u>Dispositivo:</u>
				Draw Spec:	DES01
				Service Spec:	1

Tiempo Total Estimado 10 MIN

Tareas

#	Código Tarea	Descripción	Taller asignado	Fecha y Hora Inicio	Fecha y Hora Final
	DES01-MULT-001	Sistema de Multiplicación	Mantenimiento	26/02/8PM	26/02/815

Recursos

Código Tarea	Cédula	Nombre	Fecha y Hora Inicio Turno	Fecha y Hora Fin Turno	Fecha y Hora Inicio Tarea	Fecha y Hora Fin Tarea	J	D	L
MULT-001	2451845	Asdrubal Vargas	26/02/6m	26/02/12m	26/02/8PM	26/02/815			

<u>Requisitos</u>		<u>Contactaciones</u>				
Requisición	SAP	Empresa	Contacto	Descripción	Orden Servicio	Factura

Historial de Maquinas

No es necesario rellenar ya que el nivel esta correcto

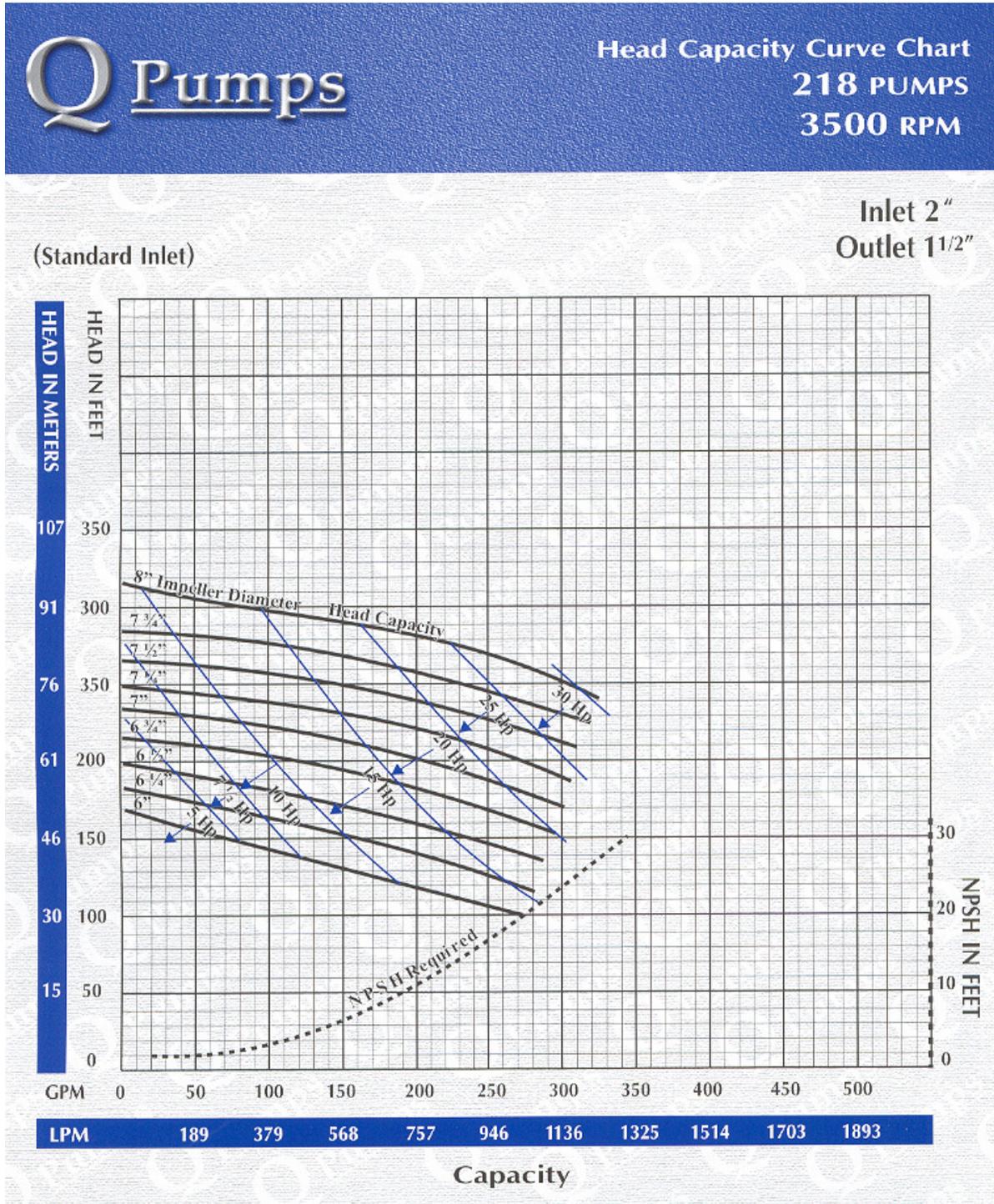
Trabajo recibido conforme:

Fecha	Nombre	Firma
27-2-2004	Antonio Alvarado Brenes	

Anexo #9. Fotografía de la bomba modelo QC-218 MD.



Anexo #10. Curvas de funcionamiento de la bomba modelo QC-218 MD.



Anexo #11. Tablas para la selección de los diámetros en tuberías para vapor.

Arriba De	Velocidad Menor Que
Violeta	30 m/sec
Amarillo	40 m/sec
Azul	50 m/sec
Rojo	60 m/sec
Verde	75 m/sec

Tabla 45-1. Capacidad de Tuberías de Vapor a 0.3 bar - Tubo Cédula 40

Tamaño de Tubería (in)	Caída de Presión, Pa/m				
	30	60	120	180	240
1/2	1.8	3	4	5	6
3/4	5	7	10	12	14
1	11	14	20	25	28
1 1/4	24	31	45	55	64
1 1/2	37	46	69	83	96
2	73	96	138	170	198
2 1/2	124	161	230	280	326
3	225	299	423	519	597
3 1/2	335	446	629	772	891
4	478	629	891	1 094	1 263
5	666	1 167	1 654	2 026	2 338
6	1 451	1 915	2 715	3 330	3 840
8	3 027	3 987	5 654	6 931	7 992
10	5 521	7 275	10 316	12 645	14 588
12	8 860	11 676	16 558	20 297	23 411

Tabla 45-4. Capacidad de Tuberías de Vapor a 4 bar - Tubo Cédula 40

Tamaño de Tubería (in)	Caída de Presión, Pa/m						
	30	60	120	180	240	450	1200
1/2	3.7	6	8	10	12	16	25
3/4	9	13	18	23	26	36	59
1	18	26	37	46	53	73	119
1 1/4	41	59	82	101	117	160	261
1 1/2	64	91	129	158	182	249	406
2	130	180	260	318	369	504	825
2 1/2	214	304	429	525	607	830	1 355
3	393	555	779	963	1 110	1 521	2 488
3 1/2	588	829	1 175	1 438	1 661	2 271	3 714
4	829	1 175	1 683	2 056	2 350	3 221	5 253
5	1 530	2 170	3 069	3 755	4 350	5 934	9 723
6	2 523	3 560	5 046	6 184	7 119	9 771	15 943
8	5 235	7 419	10 506	12 856	14 837	20 322	33 223
10	9 584	13 547	19 123	23 500	27 140	37 142	60 455
12	15 344	21 703	30 734	37 669	43 544	59 428	97 042

Tabla 45-2. Capacidad de Tuberías de Vapor a 1.0 bar - Tubo Cédula 40

Tamaño de Tubería (in)	Caída de Presión, Pa/m					
	30	60	120	180	240	450
1/2	2.3	3.7	5	6	7	10
3/4	6	8	12	15	17	23
1	13	18	25	30	35	48
1 1/4	27	38	56	65	74	103
1 1/2	42	60	83	102	120	161
2	83	120	171	208	241	332
2 1/2	139	199	278	343	398	543
3	259	366	514	630	727	996
3 1/2	384	546	769	945	1 088	1 489
4	546	769	1 088	1 334	1 542	2 108
5	1 010	1 426	2 015	2 469	2 853	3 901
6	1 658	2 343	3 311	4 052	4 687	6 408
8	3 450	4 877	6 891	8 438	9 754	13 336
10	6 299	8 901	12 574	15 399	17 798	24 336
12	10 110	14 283	20 179	24 717	28 571	39 058

Tabla 45-5. Capacidad de Tuberías de Vapor a 7 bar - Tubo Cédula 40

Tamaño de Tubería (in)	Caída de Presión, Pa/m				
	120	180	240	450	1200
1/2	10	12	4	20	32
3/4	24	29	33	45	75
1	47	56	66	91	150
1 1/4	103	127	146	200	324
1 1/2	160	197	226	310	508
2	324	400	461	633	1 030
2 1/2	536	658	762	1 038	1 697
3	983	1 204	1 392	1 903	3 106
3 1/2	1 467	1 801	2 078	2 845	4 640
4	2 078	2 548	2 943	4 024	6 563
5	3 841	4 711	5 444	7 442	12 148
6	6 309	7 734	8 942	12 218	19 938
8	13 131	16 102	18 608	25 432	41 503
10	23 962	29 383	33 957	46 385	75 737
12	38 461	47 154	54 488	74 470	121 528

Tabla 45-3. Capacidad de Tuberías de Vapor a 2.0 bar - Tubo Cédula 40

Tamaño de Tubería (in)	Caída de Presión, Pa/m					
	30	60	120	180	240	450
1/2	3.2	4.6	6	8	9	13
3/4	7	10	15	18	21	29
1	15	21	30	36	42	58
1 1/4	32	46	66	80	93	127
1 1/2	51	72	102	125	144	197
2	103	146	206	252	291	399
2 1/2	170	240	339	416	480	658
3	312	440	619	763	880	1 203
3 1/2	457	649	928	1 141	1 316	1 798
4	656	933	1 316	1 612	1 859	2 549
5	1 212	1 718	2 429	2 979	3 441	4 718
6	1 993	2 817	3 995	4 895	5 634	7 736
8	4 156	5 865	8 313	10 160	11 740	16 098
10	7 574	10 714	15 379	18 589	21 475	29 401
12	12 169	17 203	24 246	29 788	34 405	47 176

Tabla 45-6. Capacidad de Tuberías de Vapor a 10 bar - Tubo Cédula 40

Tamaño de Tubería (in)	Caída de Presión, Pa/m				
	120	180	240	450	1200
1/2	11	14	16	23	37
3/4	27	33	38	53	86
1	54	67	77	106	173
1 1/4	120	148	170	234	382
1 1/2	187	230	266	363	592
2	380	464	537	735	1 204
2 1/2	624	767	886	1 233	1 978
3	1 139	1 406	1 621	2 219	3 626
3 1/2	1 713	2 097	2 422	3 312	5 433
4	2 417	2 961	3 421	4 690	7 666
5	4 470	5 493	6 342	8 680	14 183
6	7 346	9 024	10 367	14 264	23 222
8	15 307	18 752	21 674	29 689	48 492
10	27 965	34 209	39 502	54 157	88 394
12	44 695	55 034	63 474	86 844	141 879

Anexo #12. Propiedades del agua como vapor saturado y como líquido saturado.

. Propiedades de los gases a la presión atmosférica.

Los valores de μ , k , c_p y Pr del He, H₂, O₂ y N₂ dependen poco de la presión y se pueden utilizar en un intervalo bastante amplio de presiones

T, K	ρ , kg/m ³	c_p , kJ/kg·°C	μ , kg/m·s	ν , m ² /s	k , W/m·°C	α , m ² /s	Pr
Vapor de agua							
380	0,5863	2,060	$12,71 \times 10^{-6}$	$2,16 \times 10^{-5}$	0,0246	$0,2036 \times 10^{-4}$	1,060
400	0,5542	2,014	13,44	2,42	0,0261	0,2338	1,040
450	0,4902	1,980	15,25	3,11	0,0299	0,307	1,010
500	0,4405	1,985	17,04	3,86	0,0339	0,387	0,996
550	0,4005	1,997	18,84	4,70	0,0379	0,475	0,991
600	0,3652	2,026	20,67	5,66	0,0422	0,573	0,986
650	0,3380	2,056	22,47	6,64	0,0464	0,666	0,995
700	0,3140	2,085	24,26	7,72	0,0505	0,772	1,000
750	0,2931	2,119	26,04	8,88	0,0549	0,883	1,005
800	0,2739	2,152	27,86	10,20	0,0592	1,001	1,010
850	0,2579	2,186	29,69	11,52	0,0637	1,130	1,019

Propiedades del agua (líquido saturado)*.

Nota: $Gr, Pr = \left(\frac{g\beta\rho^2c_p}{\mu k}\right)x^3 \Delta T$

°F	°C	c_p , kJ/kg·°C	ρ , kg/m ³	μ , kg/m·s	k , W/m·°C	Pr	$\frac{g\beta\rho^2c_p}{\mu k}$, 1/m ³
32	0	4,225	999,8	$1,79 \times 10^{-3}$	0,566	13,25	
40	4,44	4,208	999,8	1,55	0,575	11,35	$1,91 \times 10^9$
50	10	4,195	999,2	1,31	0,585	9,40	$6,34 \times 10^9$
60	15,56	4,186	998,6	1,12	0,595	7,88	$1,08 \times 10^{10}$
70	21,11	4,179	997,4	$9,8 \times 10^{-4}$	0,604	6,78	$1,46 \times 10^{10}$
80	26,67	4,179	995,8	8,6	0,614	5,85	$1,91 \times 10^{10}$
90	32,22	4,174	994,9	7,65	0,623	5,12	$2,48 \times 10^{10}$
100	37,78	4,174	993,0	6,82	0,630	4,53	$3,3 \times 10^{10}$
110	43,33	4,174	990,6	6,16	0,637	4,04	$4,19 \times 10^{10}$
120	48,89	4,174	988,8	5,62	0,644	3,64	$4,89 \times 10^{10}$
130	54,44	4,179	985,7	5,13	0,649	3,30	$5,66 \times 10^{10}$
140	60	4,179	983,3	4,71	0,654	3,01	$6,48 \times 10^{10}$
150	65,55	4,183	980,3	4,3	0,659	2,73	$7,62 \times 10^{10}$
160	71,11	4,186	977,3	4,01	0,665	2,53	$8,84 \times 10^{10}$
170	76,67	4,191	973,7	3,72	0,668	2,33	$9,85 \times 10^{10}$
180	82,22	4,195	970,2	3,47	0,673	2,16	$1,09 \times 10^{11}$
190	87,78	4,199	966,7	3,27	0,675	2,03	
200	93,33	4,204	963,2	3,06	0,678	1,90	
220	104,4	4,216	955,1	2,67	0,684	1,66	
240	115,6	4,229	946,7	2,44	0,685	1,51	
260	126,7	4,250	937,2	2,19	0,685	1,36	
280	137,8	4,271	928,1	1,98	0,685	1,24	
300	148,9	4,296	918,0	1,86	0,684	1,17	
350	176,7	4,371	890,4	1,57	0,677	1,02	
400	204,4	4,467	859,4	1,36	0,665	1,00	
450	232,2	4,585	825,7	1,20	0,646	0,85	
500	260	4,731	785,2	1,07	0,616	0,83	
550	287,7	5,024	735,5	$9,51 \times 10^{-3}$			
600	315,6	5,703	678,7	8,68			

Anexo #13. Valores experimentales de pérdidas térmicas en superficies planas y de la superficie del agua en un depósito.

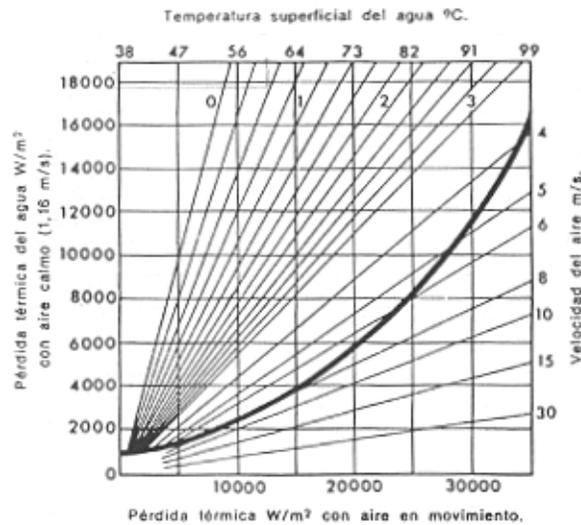
Emisión térmica de superficies planas.

Pérdida térmica de superficies planas verticales en aire calmo

Temperatura del aire circulante °C	Temperatura de la cara caliente °C						
	204	177	149	121	93	66	38
38	2952	2221	1603	1082	653	296	—
21	3470	2650	1956	1382	905	502	170
10	3833	2952	2221	1603	1082	653	296
—2	4215	3281	2502	1845	1281	817	429
—18	4230	3833	2952	2221	1603	1082	653

Para superficies que ceden calor hacia arriba multiplicar por 1,3. Para superficies que ceden calor hacia abajo multiplicar por 0,65.
Para aire en movimiento multiplicar por los coeficientes dados en la tabla 5.

Pérdida térmica superficial del agua.



Anexo #14. Características de operación de las diferentes trampas existentes en el mercado.

Cómo Varios Tipos de Trampas de Vapor Satisfacen Requisitos Específicos de Operación						
Código	Característica	Balde Invertido	F&T	Disco	Termostático	Controlador Diferencial
A	Modo de Operación	(1) Intermitente	Continuo	Intermitente	(2) Intermitente	Continuo
B	Ahorro de Energía (Tiempo en Servicio)	Excelente	Buena	Deficiente	Adecuada	(3) Excelente
C	Resistencia al Desgaste	Excelente	Buena	Deficiente	Adecuada	Excelente
D	Resistencia a la Corrosión	Excelente	Buena	Excelente	Buena	Excelente
E	Resistencia al Impacto Hidráulico	Excelente	Deficiente	Excelente	(4) Deficiente	Excelente
F	Ventoeo de aire y CO ₂ a la temperatura del vapor	Sí	No	No	No	Sí
G	Capacidad para Ventear Aire a Presiones Muy Bajas (0.02 bar)	Deficiente	Excelente	(5) NR	Buena	Excelente
H	Capacidad para Manejar Cargas de Aire al Arranque	Adecuada	Excelente	Deficiente	Excelente	Excelente
I	Funcionamiento al Existir Contrapresión	Excelente	Excelente	Deficiente	Excelente	Excelente
J	Resistencia a Daños por Congelamiento	Buena	Deficiente	Buena	Buena	Buena
K	Capacidad para Purgar el Sistema	Excelente	Adecuada	Excelente	Buena	Excelente
L	Desempeño con Cargas Muy Ligeras	Excelente	Excelente	Deficiente	Excelente	Excelente
M	Respuesta a Formación Rápida de Condensado	Inmediata	Inmediata	Retardada	Retardada	Inmediata
N	Capacidad para Lidar con Suciedad	Excelente	Deficiente	Deficiente	Adecuada	Excelente
O	Tamaño Relativo	(7) Grande	Grande	Pequeño	Pequeño	Grande
P	Capacidad para Manejar Vapor Flash (Espontáneo)	Adecuada	Deficiente	Deficiente	Deficiente	Excelente
Q	Falla Mecánica (Abierta - Cerrada)	Abierta	Cerrada	(8) Abierta	(9)	Abierta

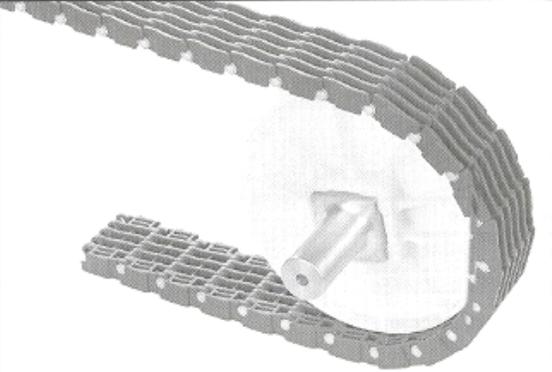
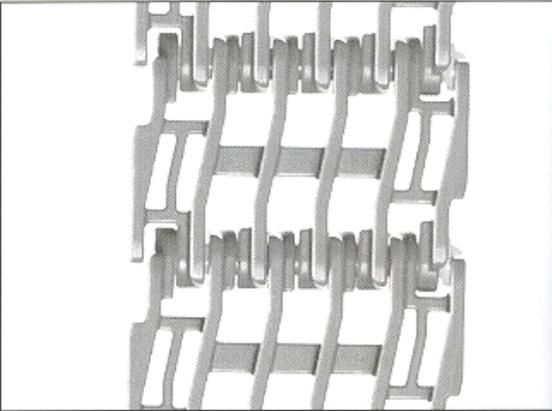
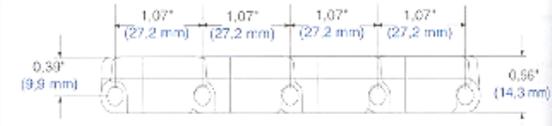
1. El drenado de condensado es continuo, la descarga es intermitente.
2. Puede ser continuo con cargas bajas.
3. Excelente, si se utiliza vapor secundario.

4. Buena, para trampas bimetálicas y de wafer.
5. No se recomienda para operaciones a baja presión.
6. No se recomiendan trampas de hierro fundido.

7. Mediano, para trampas soldables de acero inoxidable.
8. Pueden fallar cerradas, debido a suciedad.
9. Pueden fallar abiertas o cerradas, dependiendo del diseño de los fuelles.

Anexo #15. Propiedades y características de la cadena seleccionada.

Mold to Width Raised Rib		
	pulg.	mm
Paso	1,07	27,2
Anchos moldeados (Acetal azul)	1,1	29,0
	1,5	37,0
	1,8	46,5
	2,2	55,0
Dimensión de abertura (aproximado)	0,24 x 0,28	6,1 x 7,1
Área abierta	38% - 40%	
Tipo de articulación	Cerrada	
Método de tracción	Acción central	
Notas del producto		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Vea la nota importante sobre la medición del ancho de banda en la página 15. ■ Las bandas Serie 900 <i>Mold To Width</i> se empacan en incrementos progresivos de 10 pies. (3.05 m). ■ La estabilidad de contenedores y envases se incrementa dado que las costillas se proyectan a través de todo el ancho de la banda. ■ Esta cadena soporta productos pequeños y grandes, permitiendo un cambio fácil de producto. ■ La cadena de 1,8 pulg. (46,5 mm) es moldeada también en Polipropileno gris para aplicaciones donde una fricción mayor se hace necesaria. ■ Todas las cadenas vienen con varillas cortas de Nilón, para una mayor duración. ■ La tolerancia en el ancho de las bandas Serie 900 <i>Mold To Width</i> es +0,000/-0,020 pulg. (+0,000/-0,500 mm). 		
Información adicional		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Vea "PROCESO DE SELECCIÓN DE LA BANDA" en pág. 5 ■ Vea "MATERIALES ESTÁNDAR DE LAS BANDAS" en pág. 16 ■ Vea "MATERIALES PARA APLICACIONES ESPECIALES" en pág. 16 ■ Vea "FACTORES DE FRICCIÓN" en pág. 21 		

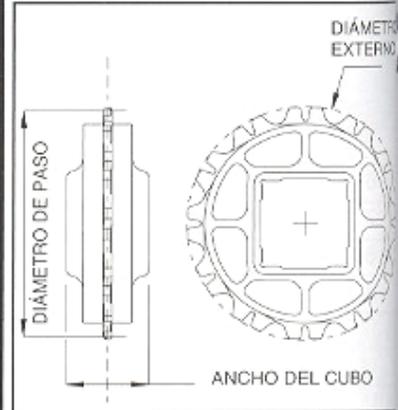




Belt Data											
Belt Width		Material de la banda	Material de las varillas estándar Ø 0,18 pulg. (4,6 mm)	BS Resistencia de la banda		Rango de temperatura (continua)		W Peso de la banda		Aprobación de entidades	
pulg.	(mm)			lb	kg	°F	°C	lb/pie	kg/m	FDA (EE.UU.)	
1,1	29	Acetal	Nilón	140	64	-50 a 200	-46 a 93	0,19	0,289	•	
1,5	37	Acetal	Nilón	200	91	-50 a 200	-46 a 93	0,23	0,35	•	
1,8	46,5	Acetal	Nilón	230	104	-50 a 200	-46 a 93	0,29	0,43	•	
1,8	46,5	Polipropileno	Nilón	90	41	34 a 220	1 a 104	0,19	0,28	•	
2,2	55	Acetal	Nilón	200 ^a	91a	-50 a 200	-46 a 93	0,34	0,50	•	

a Con dos (2) engranajes 2 70 lb (122 kg) para 2.2 pulg. (55 mm).

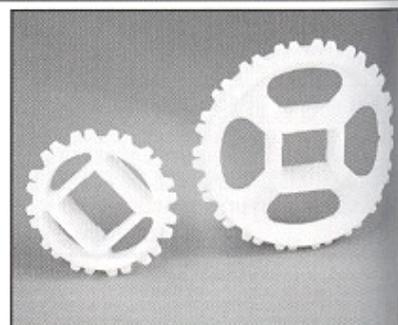
Anexo #16. Propiedades y características de los engranajes seleccionados.

Datos de los engranajes ^a										
No. de dientes (Acción poliédrica)	Diá. de paso nominal, pulg.	Diá. de paso nom. mm	Diá. nom. externo pulg.	Diá. nom. externo mm	Ancho nominal del cubo, pulg.	Ancho nominal del cubo, mm	Dimensiones disponibles de cubos			
							Unidades de los EE.UU.		Unidades métricas	
							Redondo pulg. ^b	Cuadrado pulg.	Redondo mm ^b	Cuadrado mm
6 (13,40%)	2,1 ^c	53	2,2	56	0,75	19		1,0		25
9 (6,03%)	3,1	79	3,2	81	1,0	25		1,0		25
								1,5		40
10 (4,89%)	3,5	89	3,6	91	0,75	19		1,0		40
								1,5		
12 (3,41%)	4,1	104	4,3	109	1,5	38	1 a 1-1/2	1,5	25 a 40	40
							1-15/16 a 2-3/16		50 a 55	
17 (1,70%)	5,8	147	5,9	150	1,5	38	1-3/16 a 1-1/2		30 to a 40	
18 (1,52%)	6,1	155	6,3	160	1,5	38	1 a 1-1/2	1,5	25 a 40	40
							1-15/16 a 2-3/16	2,5	50 a 55	60
20 (1,23%)	6,8	173	7,0	178	1,5	38	1 a 1-1/2	1,5	25 a 40	40
							1-15/16 a 2-3/16	2,5	50 a 55	60
										65



- a. Contacte al Departamento del Servicio al Cliente para averiguar los tiempos de entrega.
- b. Los engranajes moldeados y bipartidos con agujeros redondos vienen frecuentemente con dos ranuras. No se necesita ni se recomienda usar dos chavijas. Los engranajes con agujero redondo no tienen tornillos fijos para sujetar el engranaje. Al igual que con los engranajes de cubo cuadrado, sólo el engranaje central necesita ser bloqueado. Las dimensiones de chavijas en los engranajes de agujero redondo cumplen con las normas ANSI estándar B17.1-1967, R1999 y DIN6885.
- c. Vea la Sección de Aros de Retención en la página 2-100 para informarse acerca del engranaje de 2.1 pulg. (53 mm) de diámetro de paso.

Datos de los Engranajes EZ Clean ^a										
No. de dientes (Acción poliédrica)	Diá. de paso nominal, pulg.	Diá. de paso nom. mm	Diá. nom. externo pulg.	Diá. nom. externo mm	Ancho nominal del cubo, pulg.	Ancho nominal del cubo, mm	Dimensiones disponibles de cubos			
							Unidades de los EE.UU.		Unidades métricas	
							Redondo pulg. ^b	Cuadrado pulg.	Redondo mm ^b	Cuadrado mm
12 (3,41%)	4,1	104	4,3	109	1,5	38		1,5		40
18 (1,52%)	6,1	155	6,3	160	1,5	38		1,5		40



- a. Contacte al Departamento del Servicio al Cliente para averiguar los tiempos de entrega.
- b. Los engranajes moldeados y bipartidos con agujeros redondos vienen frecuentemente con dos ranuras. No se necesita ni se recomienda usar dos chavijas. Los engranajes con agujero redondo no tienen tornillos para sujetar el engranaje. Al igual que con los engranajes de cubo cuadrado, sólo el engranaje central necesita ser fijado. Los tamaños de ranuras en los engranajes de cubo redondo cumplen con las normas ANSI estándar B17.1-1967, R1999 y DIN6885.

Anexo #17. Coeficientes de fricción en el arranque, entre las guías de desgaste y la cadena.

TABLA 2A — (F _w) COEFICIENTE DE FRICCIÓN EN EL ARRANQUE ENTRE LA GUÍA DE DESGASTE Y LA BANDA										
MATERIALES DE GUÍAS DE DESGASTE	MATERIALES ESTÁNDAR**									
	POLIPROPILENO				POLIETILENO		ACETAL		ACETAL EC	
	SUPERFICIE LISA		SUPERFICIE*** ABRASIVA		SUPERFICIE LISA		SUPERFICIE LISA		SMOOTH LISA	
	HÚMEDO	SECO	HÚMEDO	SECO	HÚMEDO	SECO	HÚMEDO	SECO	HÚMEDO	SECO
U.H.M.W.	0,11	0,13	NR	NR	0,24	0,32*	0,10	0,10	0,10	0,10
H.D.P.E.	0,09	0,11	NR	NR	NR	NR	0,09	0,08	0,09	0,08
Nión impregnado de Molibdeno o Nión impregnado de silicón	0,24	0,25	0,29	0,30	0,14	0,13	0,13	0,15	0,13	0,15
Acero inoxidable o al carbono con acabado por laminación al frío	0,26	0,26*	0,31	0,31*	0,14	0,15*	0,18	0,19*	0,18	0,19*

* Podría haber un desgaste de importancia a velocidades de banda superiores a 50 pie/min. (15 m/min).
 ** Para información sobre materiales de aplicaciones especiales, vea las páginas de datos correspondientes.
 *** Basado en pruebas realizadas por Intralox.

Anexo #18. Factores de servicio para diferentes condiciones de funcionamiento.

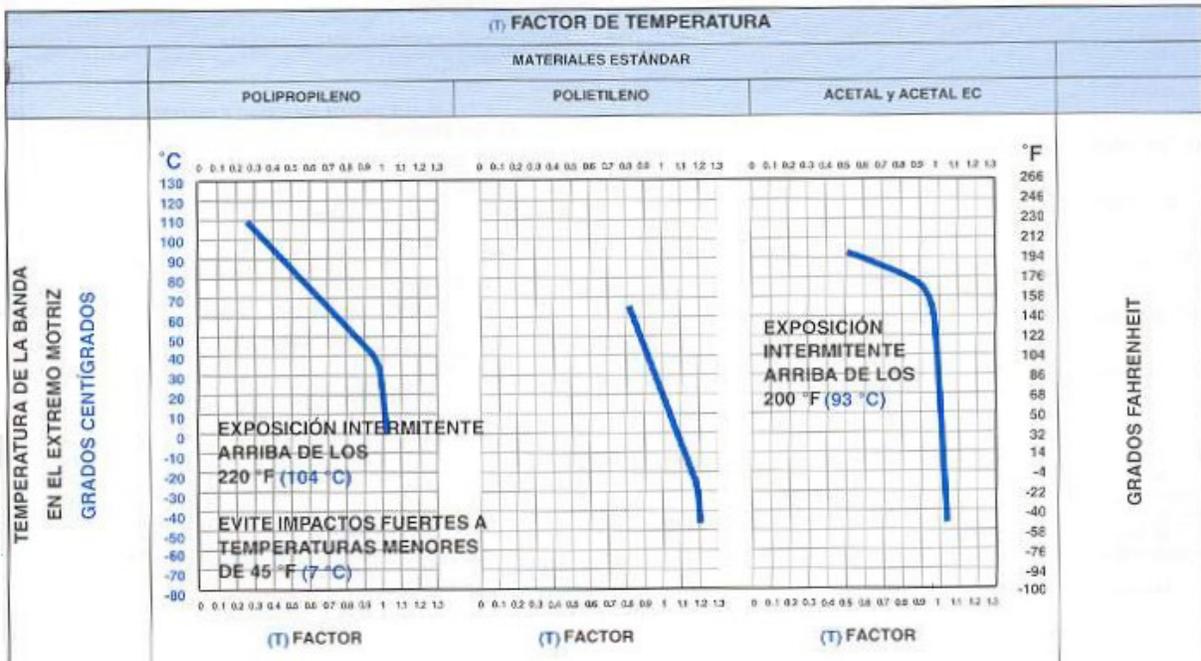
(S) FACTOR DE SERVICIO	
Arranques sin carga, con carga aplicada en forma gradual	1,0
Arranques frecuentes con carga (más de 1 onza por hora)	ADD 0,2
A velocidades mayores de 30m por mpulg. (100 pie por minuto).....	ADD 0,2
Transportadores ascendentes	ADD 0,4
Transportadores de empuje.....	ADD 0,2
.....	TOTAL

NOTA: A velocidades superiores a los 15 m por min. (50 FPM) en transportadores que se arrancan con producto acumulado, habrá que considerar la utilización de motores de arranque suave.

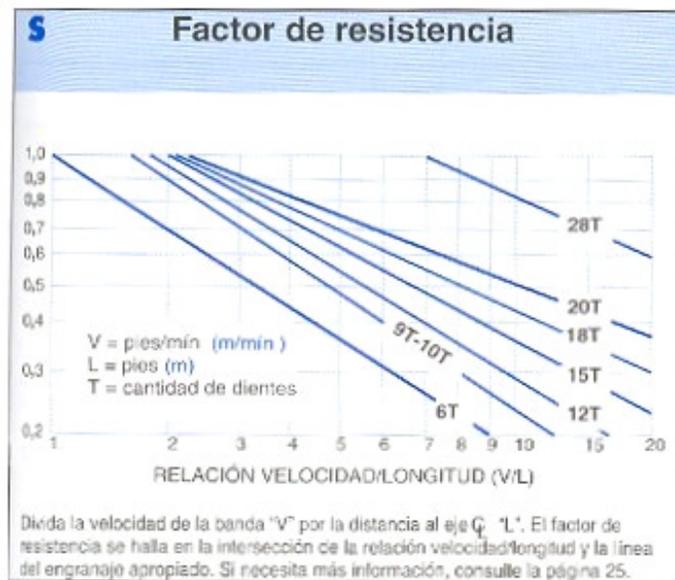
Anexo #19. Resistencia mecánica de bandas y cadenas de diferentes materiales.

RESISTENCIA DE LA BANDA lb/pie (kg/m)						
SERIE	ESTILO	MATERIALES ESTÁNDAR				MATERIALES PARA APLICACIONES ESPECIALES*
		POLIPROPILENO	POLIETILENO	POLIETILENO	ACETAL	
100	FLUSH GRID	300 (450)	200 (300)	600 (890)	400 (590)	—
	RAISED RIB	300 (450)	200 (300)	600 (890)	—	—
200	OPEN GRID	1400 (2080)	900 (1340)	—	—	—
	FLAT TOP	1400 (2080)	900 (1340)	—	—	—
	PERFORATED FLAT TOP	1400 (2080)	900 (1340)	—	—	—
	OPEN HINGE	300 (450)	200 (300)	—	—	—
400	FLUSH GRID	1800 (2580)	1200 (1730)	—	—	—
	RAISED RIB	2400 (3570)	1800 (2580)	3200 (4760)	2400 (3570)	—
	OPEN HINGE	1550 (2300)	950 (1400)	—	—	—
	FLAT TOP	2400 (3570)	1800 (2580)	3200 (4760)	2400 (3570)	—
	NON SKID	—	—	3200 (4760)	2400 (3570)	—
	ROLLER TOP	2200 (3270)	—	—	—	—
	TRANSVERSE ROLLER TOP	2200 (3270)	—	—	—	—
600	MULTI-LANE	1400 (2080)	900 (1340)	—	—	—
	FLAT TOP	1000 (1480)	500 (750)	900 (1340)	—	PP Detectable 650 (970) Nílon 1200 (1790)
600	PERFORATED FLAT TOP	1000 (1480)	500 (750)	900 (1340)	—	—
	PERFORATED FLAT TOP ROUND HOLE	1000 (1480)	500 (750)	—	—	—
	FLUSH GRID	800 (1190)	350 (520)	1000 (1480)	—	—
	MULTI-LANE	1400 (2080)	900 (1340)	—	—	—
	MINI RIB	1000 (1490)	500 (750)	900 (1340)	—	—
	NUB TOP	1000 (1490)	500 (750)	900 (1340)	—	—
	FLUSH GRID NUB TOP	800 (1190)	350 (520)	1000 (1490)	—	—
	CONE TOP	1000 (1490)	500 (750)	900 (1340)	—	—
	ROLLER TOP	1000 (1490)	500 (750)	900 (1340)	—	—
	MESH TOP	1000 (1490)	—	—	—	—
	900	OPEN GRID	700 (1040)	350 (520)	1480 (2200)	—
FLUSH GRID		700 (1040)	350 (520)	1480 (2200)	800 (1190)	Nílon FAD HR 1200 (1790) FR-TPES 750 (1120)
RAISED RIB		700 (1040)	350 (520)	1480 (2200)	800 (1190)	Nílon FAD HR 1200 (1790)
FLAT TOP		700 (1040)	350 (520)	1480 (2200)	800 (1190)	Nílon FAD HR 1200 (1790)
ONEPIECE LIVE TRANSFER FLUSH GRID		700 (1040)	—	1480 (2200)	—	FR-TPES 1000 (1490)
PERFORATED FLAT TOP Ø 1/8"		—	—	1480 (2200)	—	Nílon FAD HR 1200 (1790) FR-TPES 1000 (1490)
PERFORATED FLAT TOP Ø 5/32"		700 (1040)	350 (520)	1480 (2200)	—	Nílon FAD HR 1200 (1790) FR-TPES 1000 (1490)
PERFORATED FLAT TOP Ø 3/16"		—	—	1480 (2200)	—	Nílon FAD HR 1200 (1790) FR-TPES 1000 (1490)
DIAMOND FRICTION TOP		1000 (1490)	350 (520)	—	—	—
SQUARE FRICTION TOP		1000 (1490)	—	—	—	—
FLAT FRICTION TOP		1000 (1490)	—	—	—	—
MESH TOP		700 (1040)	350 (520)	—	—	—
1100		FLUSH GRID	700 (1040)	450 (670)	1300 (1940)	800 (1190)
	FLAT TOP	500 (750)	320 (455)	1000 (1490)	—	—
	PERFORATED FLAT TOP	—	—	1000 (1490)	—	—
	FLUSH GRID FRICTION TOP	700 (1040)	—	—	—	—
	FLUSH GRID NUB TOP	700 (1040)	450 (670)	1300 (1940)	—	—
1200	FLUSH GRID	—	—	—	—	PP Compuesto, 4000 (5950)
	FLAT TOP	—	—	—	—	PP Compuesto, 4000 (5950)
	RAISED RIB	—	—	—	—	PP Compuesto, 4000 (5950)
	NON SKID	—	—	—	—	PP Compuesto, 4000 (5950)
1400	FLAT TOP	—	—	2500 (3720)	—	—
	FLUSH GRID	1800 (2676)	—	2500 (3720)	—	—
	FLAT FRICTION TOP	1800 (2676)	—	—	—	—
	ROLLER TOP	—	—	2500 (3720)	—	—
1500	FLUSH GRID	150 (225)	—	240 (357)	—	Nílon FAD HR 175 (260)
1600	OPEN HINGE FLAT TOP	700 (1040)	350 (520)	1400 (2100)	—	PP Detectable 80 (119)
1800	FLAT TOP	1400 (2080)	700 (1040)	1200 (1790)	—	—
	MESH TOP	800 (1190)	400 (595)	1500 (2230)	—	PP Res. a UV 1100 (1640)
2000	RAISED RIB	500 (750)	400 (600)	1130 (1680)	—	—
2200	FLUSH GRID (RECTA)	1600 (2380)	1000 (1490)	2500 (3720)	—	—
	FLUSH GRID (CURVA)	350 (520)	200 (300)	350 (520)	—	—
	FRICTION TOP (RECTA)	1500 (2250)	1000 (1490)	—	—	—
2400	FLUSH GRID 1,7 (RECTA)	600 (892,8)	—	600 (892,8)	—	—
	FLUSH GRID 2,2 (RECTA)	1200 (1785,6)	—	1700 (2528)	—	—
	FRICTION TOP (RECTA)	1200 (1785)	—	—	—	—

Anexo #20. Factores de temperatura para diferentes temperaturas de exposición de la cadena.



Anexo #21. Factores de resistencia de la cadena para diferentes condiciones de operación.



Anexo #22. Características de los diferentes ejes disponibles.

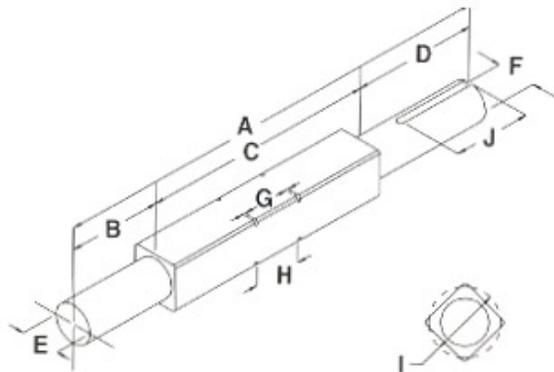


FIG. 2-8 DIMENSIONES DEL EJE

DIMENSIONES REQUERIDAS:

- A - LARGO: total
- B - LARGO: chumacera
- C - LARGO: sección cuadrada
- D - LARGO: chumacera motriz
- E - DIÁMETRO: chumacera
- F - DIÁMETRO: de la chumacera motriz
- G - ANCHO: ranura del anillo de retención
- H - ANCHO: cubo del engranaje
- I - DIÁMETRO: ranura del anillo motriz
- J - LARGO: ranura para clavija

EJES DISPONIBLES EN INTRALOX USA** TOLERANCIAS DEL EJE EN PULGADAS Y MM				
Tamaño cuadrado	Aluminio (6061-T6)	Acero al carbono (C-1018)	Acero inoxidable (303)	Acero inoxidable (316)
5/8 pulg.	N/A	+0,000 -0,003	+0,000 -0,004	+0,000 -0,004
1 pulg.	+0,003 -0,003	+0,000 -0,003	+0,000 -0,004	N/A
1.5 pulg.	+0,003 -0,003	+0,000 -0,003	+0,000 -0,005	+0,000 -0,005
2.5 pulg.	N/A	+0,000 -0,004	+0,000 -0,005	+0,000 -0,005
3.5 pulg.*	N/A	+0,000 -0,005	+0,010 -0,020 (304 HR)	N/A
40 mm		+0,000 -0,160	+0,000 -0,160	
60 mm		+0,000 -0,130	+0,000 -0,180	

EJES DISPONIBLES EN INTRALOX EUROPA* TOLERANCIAS DEL EJE EN MM		
Tamaño cuadrado	Acero al carbono (KG-37)	Acero inoxidable (304)
25 mm	+0,000 -0,130	+0,000 -0,130
40 mm	+0,000 -0,160	+0,000 -0,160
60 mm	+0,000 -0,180	+0,000 -0,180
65 mm	+0,000 -0,180	+0,000 -0,180
90 mm	+0,000 -0,220	+0,000 -0,220

* Si necesitara ejes más largos de 3 m, consulte a Intralox.

DIMENSIONES DE EJES Y TOLERANCIAS			
Tamaño del eje	Dimensiones de los chafanes y las ranuras de los anillos		
	Diámetro de la ranura	Ancho	Chafán*
5/8 pulg.	0,762 ± 0,003 pulg.	0,046 + 0,003/- 0,000 pulg.	0,822 ± 0,010 pulg.
1 pulg.	1,219 ± 0,005 pulg.	0,056 + 0,004/- 0,000 pulg.	1,314 ± 0,010 pulg.
1,5 pulg.	1,913 ± 0,005 pulg.	0,086 + 0,004/- 0,000 pulg.	2,022 ± 0,010 pulg.
2,5 pulg.	3,267 ± 0,005 pulg.	0,120 + 0,004/- 0,000 pulg.	3,436 ± 0,010 pulg.
3,5 pulg.	4,702 ± 0,005 pulg.	0,120 + 0,004/- 0,000 pulg.	4,850 ± 0,010 pulg.
25,4 mm	30 ± 0,1 mm	2,0 - 0,15/- 0,00 mm	33 ± 0,25,4 mm
40 mm	51 ± 0,1 mm	2,5 - 0,15/- 0,00 mm	54 ± 0,25,4 mm
60 mm	77,5 ± 0,1 mm	3,5 + 0,15/- 0,00 mm	82 ± 0,25,4 mm
65 mm	65 ± 0,1 mm	3,5 + 0,15/- 0,00 mm	89 ± 0,25,4 mm
90 mm	120 ± 0,1 mm	4,5 + 0,15/- 0,00 mm	124 ± 0,25,4 mm

NOTA: En algunas circunstancias el anillo de retención estará desplazado del centro del eje. Vea Retención de Engranajes en página 188.
*Las aristas del eje deben estar biseladas para que el engranaje encaje correctamente en el eje.

TOLERANCIAS (a menos que sea especificado de otra manera)

LARGO TOTAL ≤ 48 ± 0,061 pulg. (≤ 1200 ± 0,8 mm)
> 48 ± 0,125 pulg. (> 1200 ± 1,2 mm)

DIÁM. DE MANGUETAS - 0,0005 pulg./- 0,003 pulg. (Øh7 vlg. NEN-ISO 286-2)

ANCHOS: RANURAS + 0,003 pulg./- 0,000 pulg. (+ 0,05/- 0,00 mm)

ACABADO DE SUPERFICIES

Mangueta 63 micrópulgadas (0,063 micrómetros)
Otras superficies trabajadas 125 micrópulgadas (0,125 micrómetros)

Salvo especificación en contrario — Los ranuras en dimensiones imperiales son para clavijas cuadradas paralelas (ANSI B17.1 - 1967, R1973).

Las ranuras métricas son para clavijas planas embutidas con extremos redondos (DIN6885-A).

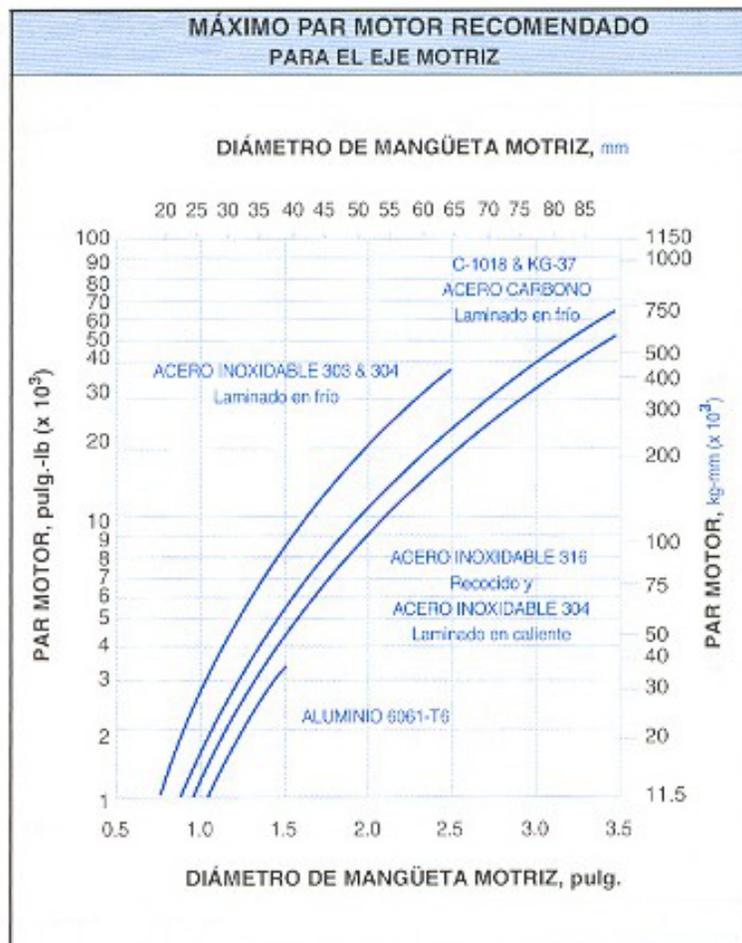
Anexo #23. Propiedades de los diferentes ejes disponibles.

DATOS DEL EJE					
B-DATOS DEL EJE	(Q) PESO DEL EJE, lb/plie (kg/m)			I MOMENTO DE INERCIA pulg. ⁴ (mm ⁴)	
	TAMAÑO	ALUMINIO	ACERO AL CARBONO		ACERO INOXIDABLE
	5/8" CUADRADO	0,46	1,33*	1,33*	0,013
	1" CUADRADO	1,17*	3,40*	3,40*	0,083
	1,5" CUADRADO	2,64*	7,65*	7,65*	0,42
	2,5" CUADRADO	7,34	21,25*	21,25*	3,25
	3,5" CUADRADO	14,39	41,60*	41,60	12,50
	25 mm CUADRADO	(1,099)	(4,920)**	(4,920)**	(32,550)
	40 mm CUADRADO	(4,335)	(12,55)**	(12,55)**	(213,300)
	60 mm CUADRADO	(10,05)	(29,11)**	(29,11)**	(1,080,000)
	65 mm CUADRADO	(11,79)	(34,16)**	(34,16)**	(1,487,600)
	E MÓDULO DE ELASTICIDAD lb/pulg. ² (kg/mm ²)	10.000.000 (7000)	30.000.000 (21.100)	28.000.000 (19.700)	

** Intralox EE.UU. puede suministrarle ejes cuadrados torneados en estas medidas y de acuerdo a especificaciones, en acero al carbono (C-1018), acero inoxidable (303 y 266) y aluminio (6061-T6).

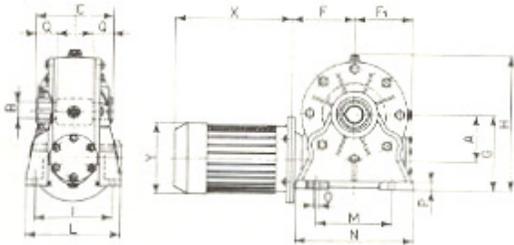
** Intralox Europa ofrece ejes cuadrados de estas dimensiones en acero al carbono (KG-37) y acero inoxidable (304).

Anexo #24. Torques máximos recomendados para ejes de diferentes materiales.

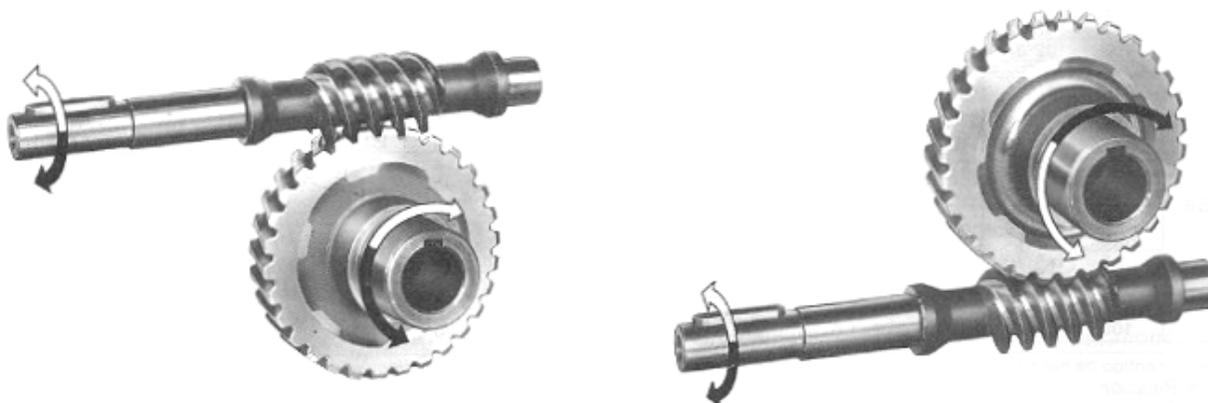


Anexo #25. Fotografía, dimensiones generales y disposición del motoreductor seleccionado.



DIMENSIONES GENERALES		OVERALL DIMENSIONS
<p>Versión motor B5 Motor version B5</p> 	<p>Versión motor B14 Motor version B14</p> 	
		MVF.../N

SENTIDO DE ROTACION



DIMENSIONES GENERALES		OVERALL DIMENSIONS									
	MVF...										
		30	44	49	62	72	86	110	130	150	185
A	30	44,6	49,5	62,17	72	86,9	110,1	130	150	185,4	
B _{H7}	14	18	25	25	28	35	42	45	50	60	
C	55	64	82	120	120	140	155	165	175	190	
F	52	65	70	92	116	126	153	185	190	217	
F ₁	46	54	63	80	88	110	138	154	179	205	
G	55	72	82	100	115	142	170	195	220	254	
H	96	124,5	138	173	198	248	312	348	400	457	
H ₁	50	71	80	98,5	114	138	169	195	218	267	
H ₂	105	143	162	199	229	280	339	390	438	521	
H ₃	41	51	56	73	83	106	142	153	180	203	
I	66	81	98,5	111	115	146	181	191	211	251	
L	80	98	124	143	142	181	220	245	260	320	
L ₁	30	35	37	57,5	46	66,5	74	78,5	83,5	91	
M	50	52	63	95	120	140	200	220	240	270	
N	80	90	110	140	156	220	270	310	330	360	
O	6,5	8,5	8,5 (*10,5)	10,5	11	10,5 (*12,5)	12,5 (*13,5)	16	18	22	
O ₁	M6 x 9 (4 agujer. - hot.)	M6 x 9 (4 agujer. - hot.)	M6 x 9 (4 agujer. - hot.)	M8 x 14 (4 agujer. - hot.)	M8 x 14 (8 agujer. - hot.)	M10 x 17 (4 agujer. - hot.)	M12 x 21 (8 agujer. - hot.)	M12 x 23 (8 agujer. - hot.)	M14 x 23 (8 agujer. - hot.)	M16 x 25 (8 agujer. - hot.)	
P	8	10	12	12	12	14	15	18	20	22	
Q	20,5	24,5	25	40	40	45	45	52,5	55	65	
R	—	—	—	3,5	—	4	5	5	5	6	
S	50,5	60	85	116	111	151	179,5	197,5	220	255	
S ₁	—	—	—	86	—	110,5	131,5	137,5	145,5	155,5	
T	68	87	90	150	165	176	230	255	290	350	
T ₁	—	—	—	150	—	176	230	255	290	350	
T ₂	65	65	94	85	110	130	165	215	215	265	
U	80	110	125	180	200	210	280	320	350	400	
U ₁	—	—	—	180	—	210	280	320	350	400	
U ₂	80	80	107,5	105	125	160	200	250	250	300	
V _{1HB}	50	60	70	115	130	152	170	180	200	280	
V _{1HB}	—	—	—	115	—	152	170	180	200	280	
V _{2HB}	50	50	68	70	90	110	130	180	180	230	
W	—	—	—	80	—	120	170	180	200	270	
Z	8	9	12	11	5	15	20	20	22	22	
Z ₁	—	—	—	12	—	15	20	20	22	22	

<p>N.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● El número que sigue a la sigla MVF expresa la distancia entre eje del tornillo y la corona e indica el tamaño del motorreductor. ● Los motorreductores de tornillo sin-fin se suministran con eje de salida hueco pasante. ● Bajo demanda pueden suministrarse ejes machos por uno u otro, o por ambos lados (ver tabla en pág. 32). ● Para los tamaños 30 P, 44 P, 49 P los taladros roscados M 6 x 9 están girados 45° respecto a la figuras del catálogo. ● Las cotas X e Y varían en función del tamaño del motor. ● La versión P, sobre pedido, se suministra con brazo de reacción (ver pág. 32). 	<p>N.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● The number which follows the reference MVF indicates the center distance between the worm shaft and the wheel center of the geared motor. ● Motorized worm gear boxes are supplied with hollow output shaft as standard. ● Single or double sided output shafts are available on request as shown on page 32. ● The types 30/P, 44/P, 49/P have the M6 x 9 tapped holes rotated by 45° from the catalogue picture. ● Dimensions X and Y vary according to the motorsize. ● On request P version can be supplied with reaction arm (see page 32).
--	---

(* MVF 49/F)
 (* MVF 86/FC - MVF 86/F)
 (* MVF 110/FC - MVF 110/F)

Anexo #26. Datos de funcionamiento del motoreductor seleccionado.

GUIA PARA SELECCION DE REDUCTORES DE VIS SIN FIN							GUIDE TO THE SELECTION OF WORM GEARBOXES						
CARACTERISTICAS DE LOS DENTADOS DE REDUCTORES VIS SIN FIN							CHARACTERISTICS OF WORM AND WHEEL TOOTHING						
	i	γ	Z_1	M_n	η_b	η_o		i	γ	Z_1	M_n	η_b	η_o
VF 27	7	16°30'	4	1,2	61	82	VF 110	7	28°13'	4	5,5	69	88
	10	15°12'	3	1,3	60	80		10	20°37'	3	5,4	65	87
	15	10°14'	2	1,3	54	77		15	13°57'	2	5,6	58	84
	20	8°10'	2	1	47	71		20	14°23'	2	4,5	59	84
	30	5° 9'	1	1,3	37	62		23	13° 1'	2	3,9	57	83
	40	4° 6'	1	1	32	57		30	7° 2'	1	5,7	44	77
	60	2°55'	1	0,7	25	50		40	7°15'	1	4,6	44	76
70	2°33'	1	0,6	23	46	46	6°34'	1	4	42	74		
VF 30	7	23°17'	4	1,5	68	83	56	5°39'	1	3,3	39	71	
	10	16°52'	3	1,4	63	80	64	5° 6'	1	2,9	36	70	
	15	11°22'	2	1,5	55	75	80	4°15'	1	2,3	33	66	
	20	9°07'	2	1,1	51	72	100	3°31'	1	1,9	29	62	
	30	5°43'	1	1,5	40	64							
	40	4°35'	1	1,1	36	59							
	60	3°16'	1	0,8	29	51							
70	2°52'	1	0,67	26	48								
VF 44	7	25°52'	4	2,2	69	86	VF 130	7	28°14'	4	6,4	69	89
	10	19°37'	3	2,2	64	84		10	20°38'	3	6,4	65	87
	14	13°55'	2	2,4	58	81		15	15°57'	2	6,7	61	85
	20	10°45'	2	1,7	53	77		20	13°04'	2	5,2	57	84
	28	7° 1'	1	2,5	44	71		23	11°47'	2	4,6	55	83
	35	5°58'	1	2	40	68		30	8°03'	1	7	47	79
	46	4°49'	1	1,5	35	64		40	6°35'	1	5,3	42	76
	60	3°53'	1	1,2	31	59		46	6°55'	1	4,8	43	76
	70	3°25'	1	1	28	56		56	5°58'	1	4	40	73
	100	2°30'	1	0,72	24	50		64	5°23'	1	3,5	38	71
VF 49	7	24°46'	4	2,5	68	86	VF 150	7	30°02'	6	5	70	89
	10	18°03'	3	2,4	63	84		10	21°34'	4	5,6	66	88
	14	12°48'	2	2,6	57	80		15	17°31'	3	5,2	63	86
	18	10°38'	2	2	53	79		20	12°53'	2	6	57	84
	24	8°29'	2	1,6	48	75		23	11°37'	2	5,2	55	83
	28	6°26'	1	2,7	42	71		30	7°58'	1	8	46	79
	36	5°20'	1	2	37	67		40	6°30'	1	6,1	42	77
	45	4°29'	1	1,7	34	64		46	7°	1	5,5	43	76
	60	3°32'	1	1,3	29	58		56	5°56'	1	4,5	40	74
	70	3° 6'	1	1	26	55		64	5°21'	1	4	37	72
80	2°45'	1	1	24	52	80	4°29'	1	3,2	34	69		
100	2°15'	1	0,8	21	51	100	3°43'	1	2,6	30	65		
VF 62	7	26°36'	4	3,1	69	87	VF 185	7	29°44'	6	6,1	70	90
	10	19°26'	3	3	64	85		10	21°25'	4	6,9	66	88
	15	13° 6'	2	3,1	57	81		15	18°52'	3	6,5	64	87
	19	11°	2	2,5	53	79		20	13°10'	2	7,4	57	85
	24	9°11'	2	2	50	77		30	10°16'	2	5	52	82
	30	6°37'	1	3,2	42	72		40	6°43'	1	7,6	42	78
	38	5°32'	1	2,6	38	69		50	5°46'	1	6,2	39	75
	45	4°52'	1	2,2	35	67		60	5°12'	1	5,2	37	74
	64	3°38'	1	1,5	29	60		80	4°07'	1	3,9	32	69
	80	3°	1	1,2	26	56		100	3°28'	1	3,2	28	66
100	2°28'	1	1	22	51								
VF 72	7	27°38'	4	3,5	71	88	VF 210	7	28°37'	6	7	66	90
	10	20°12'	3	3,5	67	86		10	23°03'	4	7,8	64	89
	15	13°39'	2	3,6	60	83		15	16°23'	3	7,3	58	87
	20	11°06'	2	2,8	56	81		20	11°50'	2	8,3	52	85
	25	09°23'	2	2,3	52	78		30	9°05'	2	5,7	46	82
	30	06°53'	1	3,7	46	75		40	6°01'	1	8,4	37	77
	40	05°35'	1	2,8	41	71		50	5°12'	1	6,9	34	75
	50	04°43'	1	2,3	37	67		60	4°34'	1	5,8	31	73
	60	04°04'	1	1,9	34	64		80	3°39'	1	4,4	27	69
	80	03°11'	1	1,5	29	58		100	3°03'	1	3,5	23	65
100	02°37'	1	1,2	25	54								
VF 86	7	27°27'	4	4,3	69	88	VF 250	7	28°37'	6	8,3	66	90
	10	20° 3'	3	4,3	65	86		10	23°30'	4	9,3	64	89
	15	13°33'	2	4,4	58	83		15	17°32'	3	8,7	59	87
	20	13°36'	2	3,5	58	82		20	12°48'	2	10	53	86
	23	12°17'	2	3,1	56	81		30	9°42'	2	6,9	47	83
	30	6°50'	1	4,5	43	75		40	5°52'	1	10	36	78
	40	6°52'	1	3,6	43	74		50	4°39'	1	8	31	75
	46	6°12'	1	3,1	41	72		60	5°08'	1	7	33	75
	56	5°20'	1	2,6	37	69		80	3°45'	1	5,2	27	70
	64	4°48'	1	2,3	35	67		100	3°17'	1	4,2	25	67
80	3°59'	1	1,8	31	63								
100	3°18'	1	1,5	27	57								

CARACTERISTICAS TECNICAS DE MOTORREDUCTORES SERIE MVF
CHARACTERISTICS OF MVF SERIES MOTORIZED WORM GEARBOXES

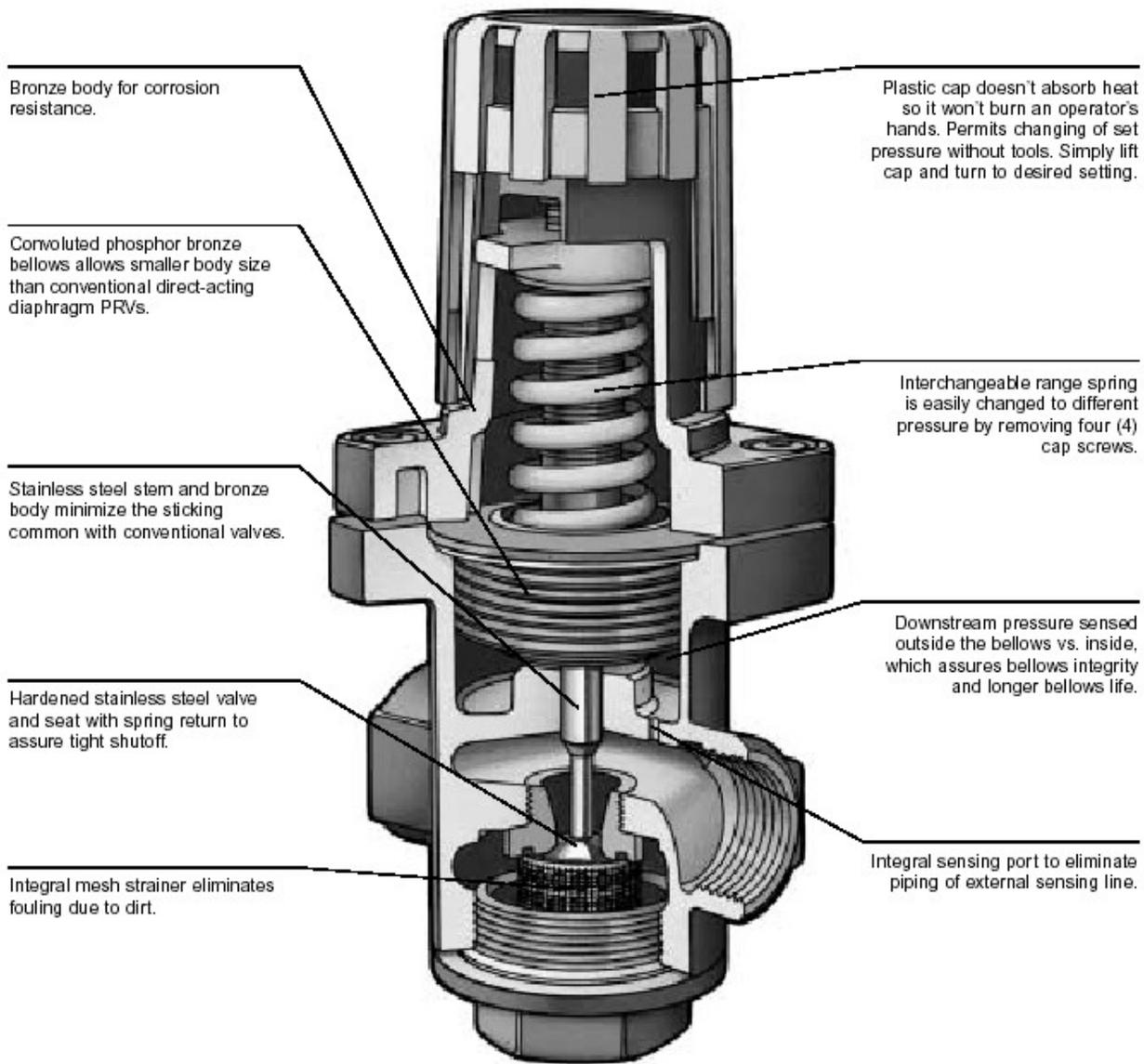
n₁ = 1400

para velocid. n₁ > 1400 ver pág. 4
when speed n₁ > 1400 see on page 4

	i	HP ₁	kW ₁	M ₂ daNm	n ₂
MVF 30/N MVF 30/A MVF 30/F MVF 30/P	7	0,25	0,18	0,7	200
	10	0,25	0,18	1	140
	15	0,25	0,18	1,4	93
	20	0,25	0,18	1,8	70
	30	0,16	0,12	1,5	47
	40	0,16	0,12	1,9	35
	60	0,16	0,12	1,9	23
70	0,08	0,06	1,3	20	
MVF 44/N MVF 44/A MVF 44/F MVF 44/P	7	0,5	0,37	1,5	200
	10	0,5	0,37	2,1	140
	14	0,5	0,37	2,8	100
	20	0,5	0,37	3,9	70
	28	0,33	0,25	3,3	50
	35	0,33	0,25	3,9	40
	46	0,25	0,18	3,7	30
	60	0,25	0,18	3,9	23
	70	0,16	0,12	2,9	20
100	0,16	0,12	2,8	14	
MVF 49/N MVF 49/A MVF 49/F MVF 49/P	7	1	0,75	3	200
	10	1	0,75	4,2	140
	14	1	0,75	5,6	100
	18	0,75	0,55	5,3	78
	24	0,75	0,55	6,8	58
	28	0,75	0,55	7,4	50
	36	0,5	0,37	5,9	39
	45	0,33	0,25	4,8	31
	60	0,33	0,25	5,4	23
	70	0,25	0,18	4,8	20
	80	0,25	0,18	5,2	17,5
100	0,16	0,12	4,1	14	
MVF 62/N MVF 62/A MVF 62/F MVF 62/FC MVF 62/P	7	2,5	1,8	7,6	200
	10	2,5	1,8	10,7	140
	15	2	1,5	12,2	93
	19	1,5	1,1	11,3	74
	24	1,5	1,1	13,5	58
	30	1	0,75	10,8	47
	38	1	0,75	12,8	37
	45	0,75	0,55	11,3	31
	64	0,5	0,37	9,6	22
	80	0,5	0,37	11,3	17,5
100	0,5	0,37	11,3	14	
MVF 72/N MVF 72/A MVF 72/F MVF 72/O	7	4	3	12,6	200
	10	4	3	17,7	140
	15	3	2,2	19	93
	20	2	1,5	16,9	70
	25	2	1,5	19	56
	30	1,5	1,1	17,8	47
	40	1,5	1,1	19	35
	50	1	0,75	17	28
	60	0,75	0,55	15,6	23
	80	0,75	0,55	15	18
100	0,5	0,37	13	14	
MVF 86/N MVF 86/A MVF 86/F MVF 86/FC MVF 86/P	7	5,5	4	17	200
	10	5,5	4	24	140
	15	4	3	25	93
	20	3	2,2	24,7	70
	23	3	2,2	27,5	61
	30	3	2,2	33	47
	40	2	1,5	29,5	35
	46	2	1,5	31,4	30
	56	1,5	1,1	27,5	25
	64	1	0,75	21,5	22
	80	1	0,75	25,5	17,5
100	0,75	0,55	22,2	14	

	i	HP ₁	kW ₁	M ₂ daNm	n ₂
MVF 110/N MVF 110/A MVF 110/F MVF 110/FC MVF 110/P	7	5,5	4	17	200
	10	5,5	4	24	140
	15	5,5	4	35	93
	20	5,5	4	46	70
	23	4	3	38	61
	30	4	3	46	47
	40	4	3	61	35
	46	3	2,2	51	30
	56	3	2,2	59	25
	64	2	1,5	45	22
	80	1,5	1,1	40	17,5
100	1,5	1,1	46	14	
MVF 130/N MVF 130/A MVF 130/F MVF 130/FC MVF 130/P	7	12,5	9	39	200
	10	12,5	9	55	140
	15	12,5	9	80	93
	20	10	7,5	83	70
	23	7,5	5,5	71	61
	30	7,5	5,5	88	47
	40	7,5	5,5	110	35
	46	5,5	4	95	30
	56	4	3	81	25
	64	4	3	90	22
	80	3	2,2	81	17,5
100	2,5	1,8	78	14	
MVF 150/N MVF 150/A MVF 150/F MVF 150/FC MVF 150/P	7	20	15	63	200
	10	20	15	87	140
	15	15	11	97	93
	20	15	11	125	70
	23	12,5	9	118	61
	30	10	7,5	119	47
	40	10	7,5	154	35
	46	7,5	5,5	132	30
	56	5,5	4	113	25
	64	5,5	4	125	22
	80	4	3	110	17,5
100	3	2,2	96	14	
MVF 185/N MVF 185/A MVF 185/F MVF 185/FC MVF 185/P	7	30	22	94	200
	10	30	22	133	140
	15	25	18,5	164	93
	20	25	18,5	210	70
	30	15	11	185	47
	40	15	11	232	35
	50	12,5	9	235	28
		10	7,5	227	23
		7,5	5,5	205	17,5
		5,5	4	180	14
MVF 210/N MVF 210/A MVF 210/P		50	37	156	200
		50	37	223	140
		40	30	262	93
		30	22	256	70
		25	18,5	305	47
		20	15	310	35
		15	11	283	28
		12,5	9	275	23
		10	7,5	277	17,5
		7,5	5,5	245	14
MVF 250/N MVF 250/A MVF 250/P		60	45	190	200
		60	45	268	140
		60	45	400	93
		50	37	431	70
		30	22	380	47
		30	22	480	35
		20	15	381	28
		20	15	450	23
		12,5	9	356	17,5
		10	7,5	343	14

Anexo #27. Hojas de selección de la válvula reguladora de presión.



For Steam, Air and Non-Corrosive Gases

The GD-30 is a compact, high performance direct acting valve. Economical to buy and use, it's ideal for those low to moderate flow applications where accuracy of $\pm 10\%$ is acceptable. The GD-30 is well suited for laundry and dry

cleaning equipment, hospital equipment, tire molds, humidifiers, small heaters and applications in food processing. It provides tight shutoff for dead-end service on steam.

GD-30/30S Specifications

Model Number	Inlet Pressure psig (bar)	Reduced Pressure psig (bar)	Spring Color	Application	Maximum Temp. °F (°C)	Materials		
						Body	Valve/Seat	Bellows
GD-30	15 - 250 (1 - 17)	3 - 15 (.21 - 1.0) 7 - 60 (.48 - 4.0)	Yellow Blue Green	Steam, Air, Non-Corrosive Gases	410 (210)	Cast Bronze ASTM B584	Stainless Steel AISI 440/304	Phosphor Bronze ASTM B103*
GD-30S	15 - 300 (1 - 20)	50 - 140 (3.4 - 9.6)		Steam	430 (220)	Stainless Steel AISI 304 (316 optional)		Stainless Steel AISI 316L

*Stainless steel optional

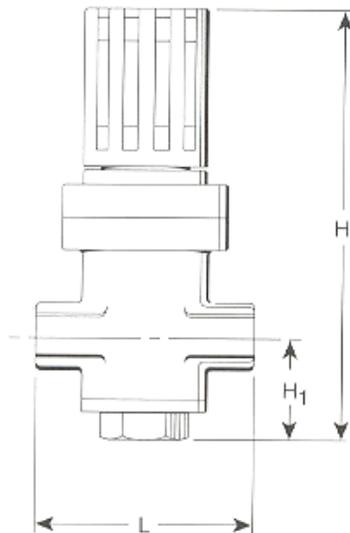
GD-30/30S Dimensions and Weights

Symbol	Connection Size									
	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm
L	3-1/8	80	3-3/8	85	3-3/4	95	5-1/2*	140	5-7/8	150
H ₁	2	47	2	47	2	47	3	77	3	77
H	7-1/2	191	7-1/2	191	7-1/2	191	12-1/8	307	12-1/8	307
Weight lb (kg)	4-1/4 (1.9)		4-1/4 (1.9)		4-1/2 (2.0)		18 (8.1)		18-3/4 (8.5)	
C _v	1.3		1.5		2.5		5.6		8.5	

Also available with BSPT threads. Consult Factory.

NOTE: GD-30 capacities cannot be determined with a formula—consult capacity tables. Reference note under formula key on page PTC-8.

*GD-30S available in 1/2", 3/4", and 1" only.



Pressure and Temperature Controls

GD-30 Capacities—Steam							GD-30 Capacities—Steam						
		lb/hr							kg/hr				
Inlet	Outlet	Connection Size					Inlet	Outlet	Connection Size				
		in							mm				
psig		1/2	3/4	1	1-1/2	2	bar		15	20	25	40	50
15	7	49	56	92	198	297	1.0	.5	22	25	42	90	135
20	13	53	61	105	216	331	1.4	.9	24	28	48	98	150
	7	42	55	63	180	264		.5	19	25	35	82	120
30	23	62	71	112	242	408	2.0	1.6	28	32	51	110	185
	15	53	60	101	209	309		1.0	24	27	46	95	140
	3	33	40	60	139	216		.2	15	18	27	63	98
40	32	99	121	187	407	617	2.8	2.2	45	55	85	185	280
	20	79	97	159	330	517		1.4	36	44	72	150	235
	4	40	55	77	159	264		.3	18	25	35	72	120
50	40	130	143	242	539	837	3.4	2.8	59	65	110	245	380
	20	99	115	187	407	628		1.4	45	52	85	185	285
	5	48	62	88	193	297		.3	22	28	40	88	135
60	48	137	154	265	584	899	4.0	3.3	62	70	120	265	408
	40	150	165	289	617	969		2.8	68	75	131	280	440
	18	90	104	170	374	584		1.2	41	47	77	170	265
	6	55	73	99	220	331		.4	25	33	45	100	150
80	64	176	205	342	738	1,168	5.5	4.4	80	93	155	335	530
	54	187	225	353	782	1,201		3.7	85	102	160	355	545
	23	121	137	220	489	749		1.6	55	62	100	222	340
8	60	77	108	231	363		.5	27	35	49	105	165	
	80	203	242	397	863	1,355	6.9	5.5	92	110	180	392	615
66	225	262	437	958	1,465	4.5		102	119	198	435	665	
40	198	231	375	837	1,278	2.8		90	105	170	380	580	
10	68	79	132	297	473		.7	31	36	60	135	215	
	96	231	276	452	991	1,520	8.3	6.6	105	125	205	450	690
70	276	311	518	1,168	1,818	4.8		125	141	235	530	825	
45	240	267	450	980	1,509	3.1		109	121	204	445	685	
12	110	121	198	462	705		.8	50	55	90	210	320	
	120	287	333	551	1,212	1,862	10.3	8.3	130	151	250	550	845
85	364	421	705	1,531	2,369	5.9		165	191	320	695	1,075	
55	298	353	595	1,278	2,005	3.8		135	160	270	580	910	
15	132	165	254	562	848		1.0	60	75	115	255	385	
	140	408	485	794	1,719	2,677	12.4	9.7	185	220	360	780	1,215
115	430	507	860	1,829	2,832	8.0		195	230	390	830	1,285	
70	386	430	739	1,619	2,501	4.8		175	195	335	735	1,135	
18	165	187	309	683	1,035	1.2		75	85	140	310	470	
200	140	461	518	871	1,983	3,063	13.8	9.7	209	235	395	900	1,390
	115	474	540	904	2,005	3,085		8.0	215	245	410	910	1,400
	80	430	496	827	1,818	2,810		5.5	195	225	375	825	1,275
	20	209	242	386	848	1,300		1.4	95	110	175	385	590
225	140	485	573	948	2,060	3,195	15.5	9.7	220	260	430	935	1,450
	115	496	584	961	2,071	3,207		8.0	225	265	436	940	1,455
	85	463	540	904	1,983	3,063		5.9	210	245	410	900	1,390
	23	254	298	496	1,079	1,675		1.6	115	135	225	490	760
250	140	525	606	1,014	2,226	3,438	17.2	9.7	238	275	460	1,010	1,560
	120	551	584	1,038	2,248	3,471		8.3	250	265	471	1,020	1,575
	70	463	529	893	1,939	2,997		4.8	210	240	405	880	1,360
	25	276	320	529	1,146	1,796		1.7	125	145	240	520	815
GD-30S Only	275	140	529	613	1,023	-	18.9	9.7	240	278	464	-	-
		120	529	613	1,023	-		8.3	240	278	464	-	-
		70	470	542	902	-		4.8	213	246	409	-	-
		28	295	344	562	-		1.9	134	156	255	-	-
300	300	140	529	613	1,023	-	20.7	9.7	240	278	464	-	-
		100	529	613	1,023	-		6.9	240	278	464	-	-
		70	478	551	926	-		4.8	217	250	420	-	-
		30	309	359	595	-		2.7	140	163	270	-	-

Pressure and Temperature Controls

NOTE: For air capacities scfm (m³/hr), multiply steam capacities by 0.36.
Maximum pressure reduction ratio 10:1.

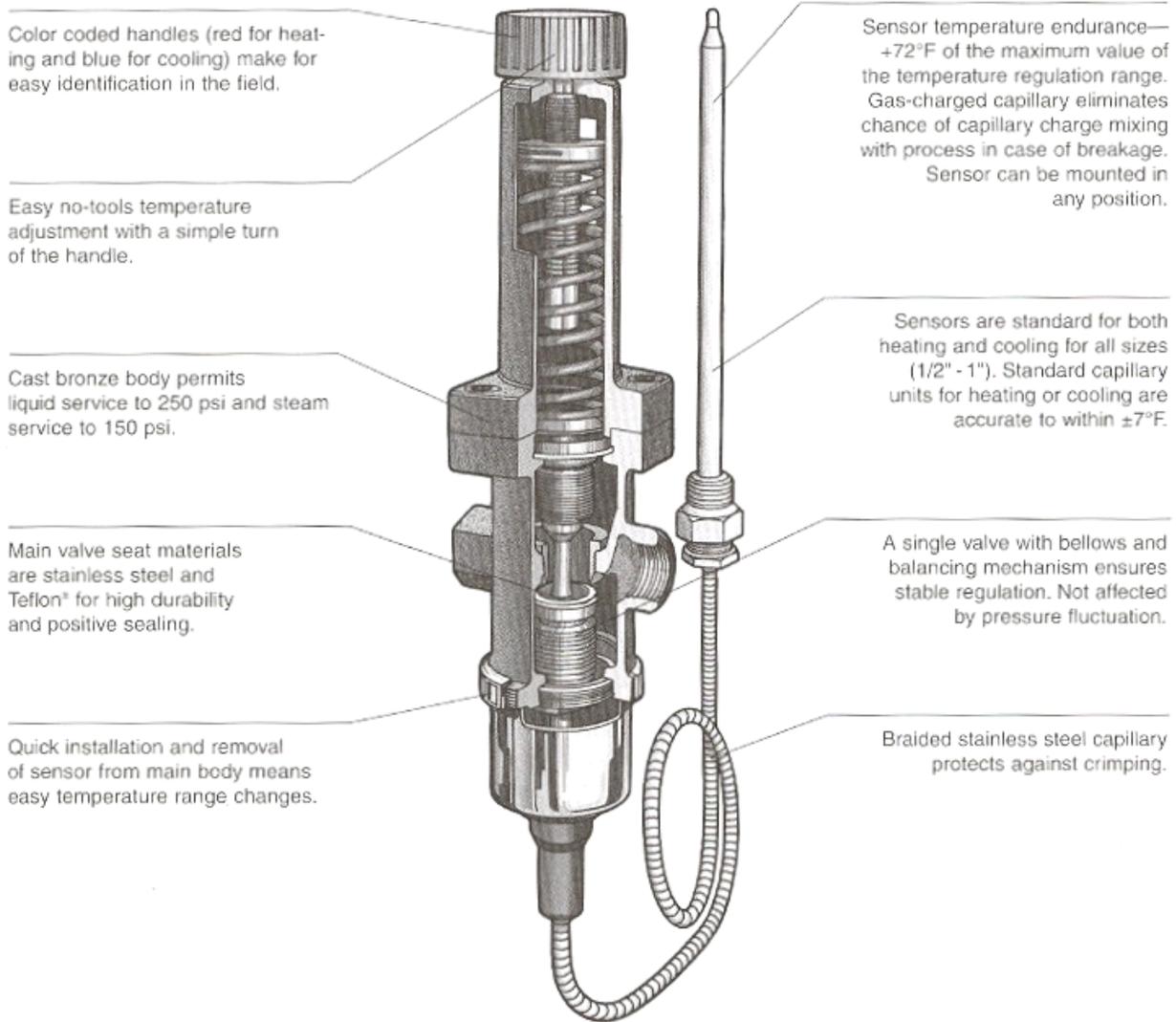
1001

Anexo #28. Hojas de selección de la válvula reguladora de temperatura.

For Steam, Water and Non-Corrosive Liquid Service

Armstrong self-actuated externally piloted temperature regulators are compact, high performance units that are simple in design and operation—and suitable for a wide

variety of applications. Features including flexible mounting positions of the sensor, interchangeable capillaries and varied temperature ranges make installation, adjustment and maintenance quick and easy.



Pressure and Temperature Controls

Temperature Regulator Valve Selection							
If the Service Is	If Inlet Pressure Is psig (bar)	Type of Control	Temperature Ratings °F (°C)	Temperature Accuracy °F (°C)	If Maximum Capacity Is Less Than lb/hr (kg/hr)	Look for Model	Find on Page
Heating	15 to 150 (1 to 10)	Self-Contained Direct Acting	From 32 to 302 (0 to 150) 5 ranges	±7 (±3) From set point	1,745 (792)	OB-30	PTC-41
	10 to 285 (.69 to 20)	Self-Contained Pilot Operated	From 18 to 361 (-7 to 183) 6 ranges	±2 (±1) From set point	58,032 (26,323)	OB-2000 OB-2000PT	PTC-43 PTC-45
Cooling	5 to 250 (.34 to 17)	Self-Contained Reverse Acting	From 32 to 302 (0 - 150) 5 ranges	±7 (±3) From set point	70 gpm (308 m ³ /hr)	OB-31	PTC-41

For Steam, Air and Non-Corrosive Liquids

The Armstrong OB-30/31 is a direct acting temperature regulator that requires no external source for operation. Simple and compact, the unit is suitable for a wide variety of heating/cooling applications. Installing, adjusting or maintaining the OB-30/31 is quick and easy because

interchangeable capillaries mount in any position and disconnect by simply loosening the union nut. No stem packing so there's no leakage. Single composition seat for tight shutoff. The OB-30/31 comes in 1/2", 3/4" or 1" sizes and is available with a choice of five temperature ranges and three capillary lengths.

Pressure and Temperature Controls

OB-30/31 Specifications								
Model	Application	Service	Max. Inlet Pressure psig (bar)	Maximum Diff. psig (bar)	Temperature Ranges °F (°C)	Max. Temp. °F (°C)	Temperature Accuracy °F (°C)	Capillary Lengths feet (meters)
OB-30	Heating	Steam, Water,	Steam 150 (10)	140 (9.6)	32 - 95 (0 - 35)	366 (185)	±7 (±3) From Set Point	*6-1/2 (2) 9-1/2 (3) 16-1/2 (5)
OB-31	Cooling	Water, Non-Corrosive Liquids	Liquid 250 (17)		77 - 158 (25 - 70)			
				104 - 212 (40 - 100)				
					140 - 266 (60 - 130)			
					158 - 302 (70 - 150)			

*Standard length.

NOTES: Capillary can withstand a maximum of 72°F (22°C) above rated range. If desired set temperature is in temperature range overlap, select lower range.

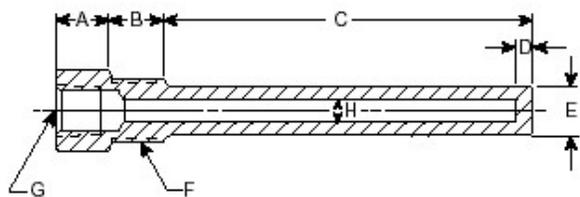
OB-30/31 Materials					
Body Material	Seat Type & Material	Valve Material	Capillary Material	Bulb Material	Thermal Well Material
Bronze ASTM B584	Single Seat 304 Stainless Steel	Teflon	304 Stainless Steel Armor Shielded Capillary	Copper-Nickel Plated	*304 Stainless Steel or Brass

*Other materials available upon request.

OB-30/31 Dimensions and Weights																	
Size		L		H ₁		H		T		K		R		Weight		C _v	
in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	lb	kg		
1/2	15	3	80	5-1/8	130	12-1/2	315	3/8	10	8	200	1/2	15	6	2.8	3.7	
3/4	20	3-1/8	85	5-1/8	130	12-1/2	315	3/8	10	8	200	1/2	15	6	2.8	4.6	
1	25	3-1/2	95	5-1/8	130	12-1/2	315	3/8	10	8	200	1/2	15	6-1/2	3.0	5.8	

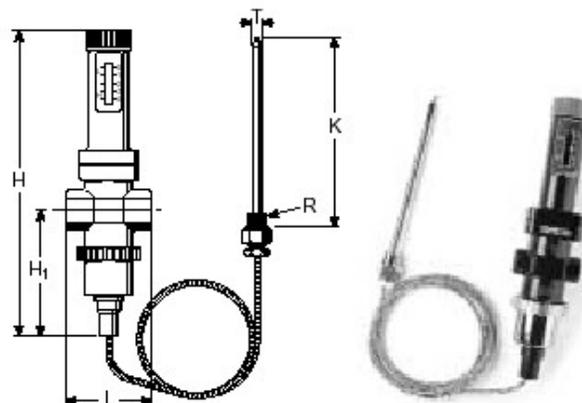
Thermal Well Dimensions																
Model	A		B		C		D		E		F		G		H	
	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm
OB-30/31	3/4	20	1	25	7-1/2	204	1/4	7	.765	20	3/4	20	1/2	15	.380	10
OB-2000/2000PT	1	25	3/4	20	7-3/4	197	1/4	7	.89	23	1	25	3/4	20	.630	16
OBK-2000	1	25	3/4	20	12-1/2	318	1/4	7	.765	20	3/4	20	1/2	15	.515	13

OB-30/31, OBK-2000 and OB-2000/2000PT Thermal Well



Standard Material: 304 stainless steel or brass. Other materials available upon request.

NOTE: When inserting sensor into thermal well, for best results, it is recommended that heat transfer medium be applied to sensor before installation.



OB-30 Capacities—Steam				
Inlet	Outlet	lb/hr		
		Connection Size in		
psig		1/2	3/4	1
Cv Factors		3.7	4.6	5.8
5	3	67	83	105
	2	81	100	127
	0	101	126	159
10	8	75	94	118
	6	104	130	164
	4	125	155	196
15	0	154	191	241
	12	101	125	158
	9	139	172	218
20	6	165	205	259
	0-5	200	249	314
	15	139	173	218
25	10	181	235	296
	5	221	275	347
	0-2	234	290	367
30	20	149	186	234
	15	204	254	320
	10	241	300	378
40	0-5	268	333	420
	25	159	198	250
	15	258	322	406
50	0-7	302	375	473
	30	244	304	384
	20	328	408	515
60	0-12	369	459	579
	40	268	333	420
	30	383	451	569
70	0-17	437	543	685
	50	290	360	454
	40	395	491	619
80	0-22	504	627	791
	60	310	385	486
	50	328	424	665
90	40	502	624	787
	0-27	572	711	897
	70	452	562	708
100	50	537	668	842
	0-32	640	795	1,003
	80	346	431	543
125	70	478	694	749
	60	570	708	893
	50	639	795	1,002
150	0-37	707	879	1,109
	90	363	452	570
	80	502	625	788
100	70	600	747	942
	60	676	840	1,060
	0-42	776	963	1,215
110	110	489	608	767
	100	619	770	971
	80	798	992	1,250
125	70	863	1,073	1,353
	0-55	944	1,174	1,480
	130	611	759	958
150	120	736	915	1,154
	100	918	1,141	1,439
	0-63	1,113	1,384	1,745

kg/hr				
Inlet	Outlet	Connection Size mm		
		15	20	25
bar				
Cv Factors		3.7	4.6	5.8
.35	.20	30	38	48
	.14	37	45	58
	0	46	57	72
.7	.55	34	43	54
	.41	47	59	75
	.28	57	70	89
1.0	0	70	87	110
	.83	46	57	72
	.62	63	78	99
1.38	.41	75	93	118
	0-.35	91	113	143
	1.0	63	79	99
1.72	.7	82	107	135
	0-.14	106	132	167
	1.38	68	85	106
2.0	1.0	93	115	145
	.7	110	136	172
	0-.35	122	151	191
2.76	1.72	72	90	114
	1.0	117	146	185
	0-.48	137	170	215
3.45	2.0	111	138	175
	1.38	149	185	234
	0-.83	168	209	263
4.0	2.76	122	151	191
	2.0	174	205	259
	0-1.2	199	247	311
4.83	3.45	132	164	206
	2.76	180	223	281
	0-1.5	229	285	360
5.52	4.0	141	175	221
	3.45	149	193	302
	2.76	228	284	358
6.0	0-1.9	260	323	408
	4.83	150	186	280
	4.0	205	255	322
6.9	3.45	244	304	383
	0-2.2	291	361	456
	5.52	157	196	247
8.62	4.83	217	315	340
	4.0	259	322	406
	3.45	290	361	455
10.0	0-2.6	321	400	504
	6.0	165	205	259
	5.52	228	284	358
10.0	4.83	273	340	428
	4.0	307	382	482
	0-2.9	353	438	552
10.0	7.59	222	276	349
	6.9	281	350	441
	5.52	363	451	568
10.0	4.83	392	488	615
	0-3.8	429	534	673
	8.97	278	345	435
10.0	8.28	335	416	525
	6.9	417	519	654
	0-4.3	506	629	793

NOTE: Where it is not possible to calculate pressure drop, 35% - 40% of gauge supply pressure can be used as a reasonable approximation.

Temperature Regulator Selection Example

Parameters:

- Fluid Steam
- Maximum inlet pressure..... 100 psi
- Outlet pressure..... .90 psi
- Maximum flow rate..... 500 lbs/hr
- Temperature required..... 150°F
- Distance from regulator to sensing point..... 5'

To Locate Proper Model:

- Enter inlet column at 100 psi
- Move to outlet pressure of90 psi
- Locate capacity of 570 lbs/hr under connection size 1"
- Find capillary temperature range 77 - 158°F
- Select capillary length 6-1/2'

Application Will Require:

- OB-30, 1" with 77 - 158°F Temp. Range,
- Capillary Length 6-1/2'

Pressure and Temperature Controls

OB-30/31 Capacities—Water

Δ P	gpm				l/min			
	Connection Size				Connection Size			
	in				mm			
psig	1/2	3/4	1	bar	15	20	25	
5	8.1	10.1	12.3	.35	30	38	47	
10	11.9	14.3	18.5	.70	45	55	70	
15	14.3	17.6	22.0	1.00	55	67	83	
20	16.7	20.7	26.4	1.40	63	78	100	
25	18.5	22.0	28.2	1.80	70	83	107	
30	20.3	25.6	31.7	2.00	77	97	120	
50	26.4	33.5	41.4	3.50	100	127	157	
75	32.6	39.6	49.3	5.20	123	150	187	
100	37.9	46.2	57.2	7.00	143	175	217	
125	42.2	52.0	65.6	8.70	160	197	248	
150	46.3	57.25	70.5	10.40	175	217	267	

Capillary Temperature Ranges

Temperature Ranges °F (°C)
32 - 95 (0 - 35)
77 - 158 (25 - 70)
104 - 212 (40 - 100)
140 - 266 (60 - 130)
158 - 302 (70 - 150)

NOTE: If desired set temperature is in temperature range overlap, select lower range.

Anexo #29. Hojas de selección de la trampa de balde invertido.

Steam Trapping and Steam Tracing Equipment

Energy Efficient Because It's So Reliable

The inverted bucket is the most reliable steam trap operating principle known. The heart of its simple design is a unique leverage system that multiplies the force provided by the bucket to open the valve against pressure. Since the bucket is open at the bottom, it resists damage from water hammer, and wear points are heavily reinforced for long life.

The inverted bucket has only two moving parts—the valve lever assembly and the bucket. That means no fixed points, no complicated linkages. Nothing to stick, bind or clog.

Wear and corrosion resistance

Free-floating guided lever valve mechanism is "frictionless," and all wear points are heavily reinforced. All working parts are stainless steel. Valve and seat are stainless steel, individually ground and lapped together in matched sets.

Virtually no steam loss

Steam does not reach the water-sealed discharge valve.

Continuous air and CO₂ venting

Vent in top of bucket provides continuous automatic air and CO₂ venting with no cooling lag or threat of air binding. Steam passing through vent is less than that required to compensate for radiation losses from the trap so it's not wasted.

Purging action

Snap opening of the valve creates a momentary pressure drop and turbulence in the unit drained. This breaks up films of condensate and air and speeds their flow to the trap.

Dependable operation

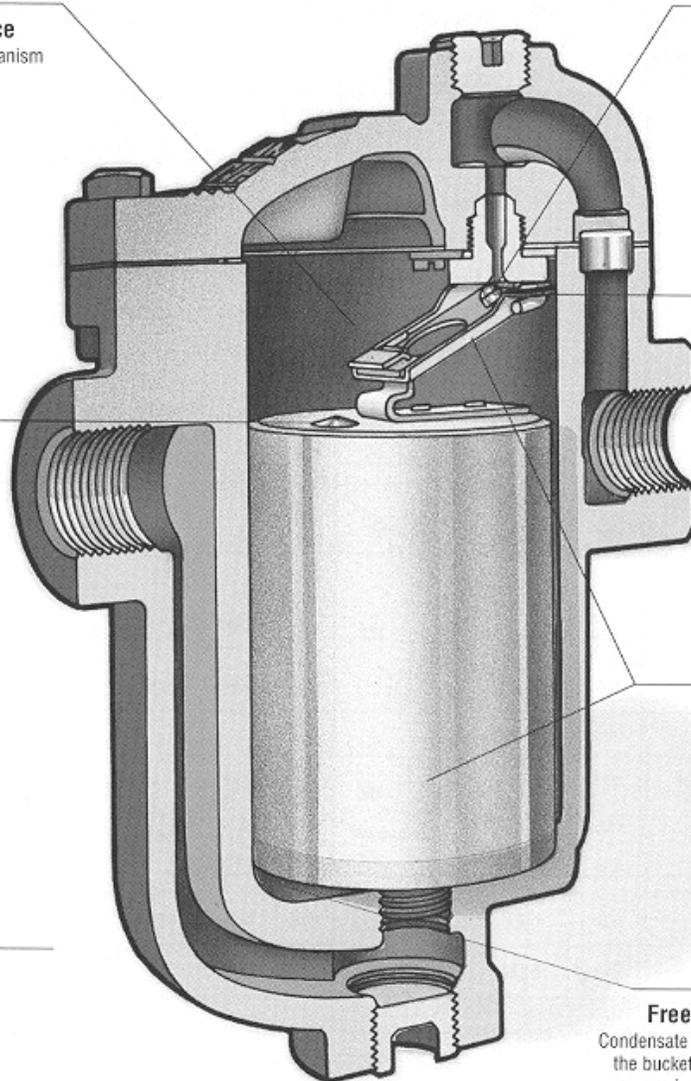
Simple, direct operation with nothing to stick, bind or clog. Only two moving parts—the valve lever and the bucket.

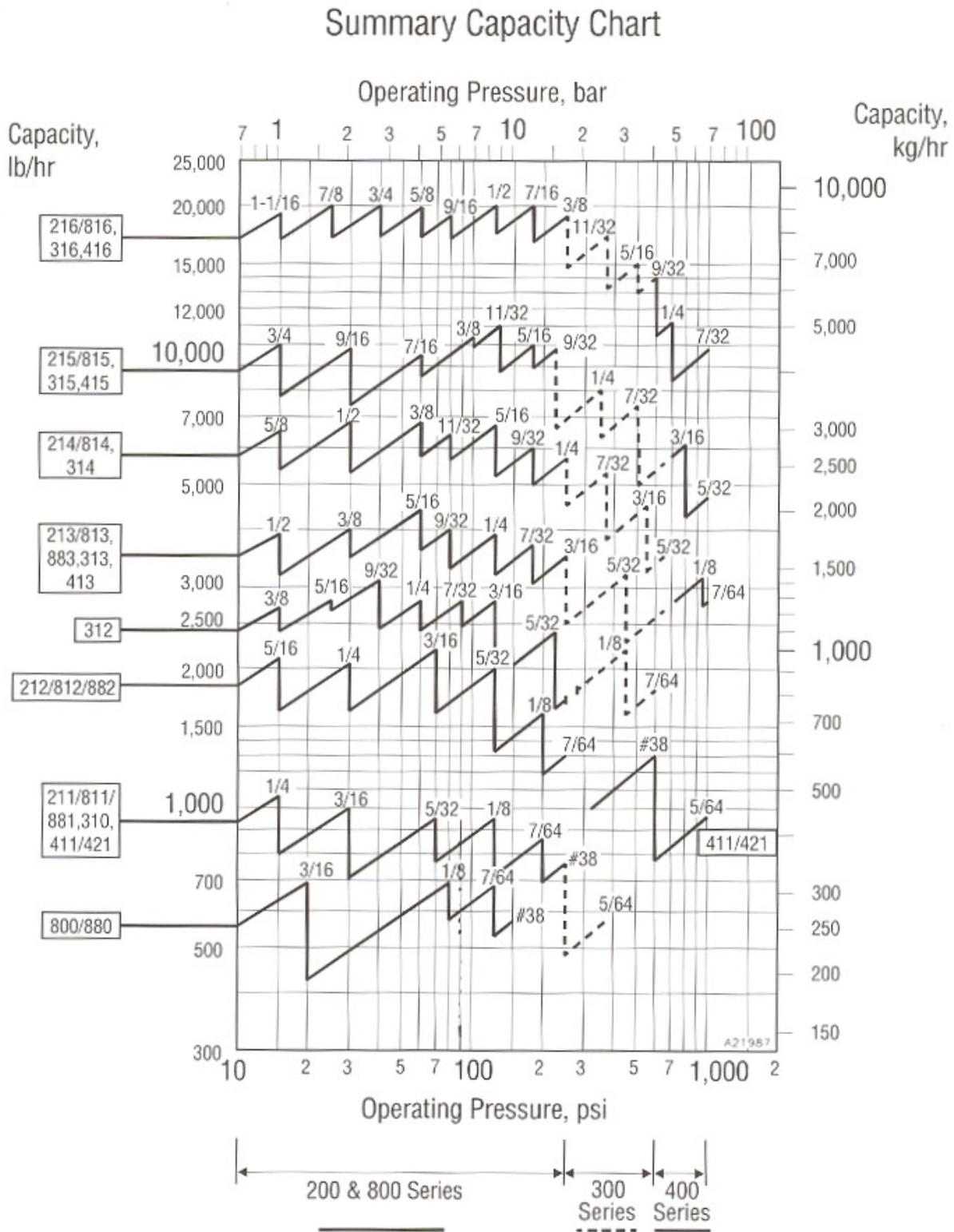
Excellent operation against back pressure

Since trap operation is governed by the difference in density of steam and water, back pressure in the return line has no effect on the ability of the trap to open for condensate and close against steam.

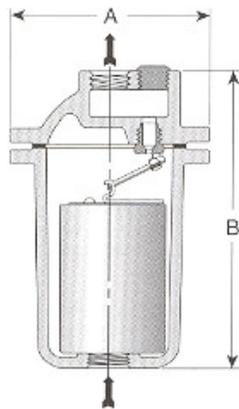
Freedom from dirt problems

Condensate flow under the bottom edge of the bucket keeps sediment and sludge in suspension until it is discharged with the condensate. Valve orifice opens wide and closes tightly. No buildup of dirt or close clearances to be affected by scale.





Steam Trapping and Steam Tracing Equipment



Description

The most reliable steam trap known—the inverted bucket—provides efficient condensate drainage of virtually all types of steam-using equipment. Put the inverted bucket to work in a tough cast iron package, and you have the best of both worlds. Because they operate efficiently for longer periods of time, Armstrong cast iron inverted buckets add solid energy savings to lower replacement/labor costs.

A unique leverage system multiplies the force provided by the bucket to open the valve against system pressure. The mechanism is free-floating, and has no fixed pivots to create wear or friction.

Because the mechanism is located at the top of the trap, no dirt can collect on the orifice. Small particles of dirt are held in suspension until discharged by the full differential purging action when the bucket sinks, pulling the valve off the seat.

The discharge orifice is surrounded by a water seal, preventing live steam loss. Automatic air venting is provided by a small vent hole in the bucket, which provides continuous automatic air and CO₂ venting at steam temperature.

Inverted bucket traps drain continuously, although discharging intermittently, allowing no condensate backup. They are also resistant to water hammer.

Maximum Operating Conditions

Maximum allowable pressure
(vessel design): 250 psig @ 450°F (17 bar @ 232°C)
Maximum operating pressure: Model 211-216: 250 psig (17 bar)

Connections

Screwed NPT and BSPT

Materials

Body: ASTM A48 Class 30
Internals: All stainless steel—304
Valve and seat: Hardened chrome steel—440F
Test plug: Carbon steel

Options

- Stainless steel internal check valve
- Thermic vent bucket
- Scrub wire

Specification

Inverted bucket steam trap, type ... in cast iron, with continuous air venting at steam temperature, free floating stainless steel mechanism, and discharge orifice at the top of the trap.

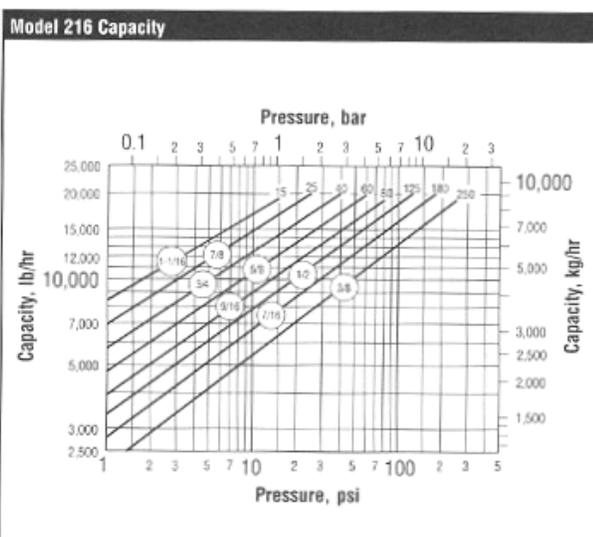
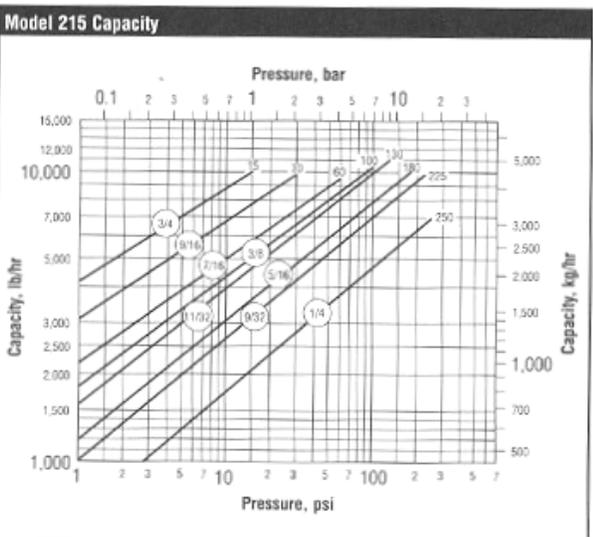
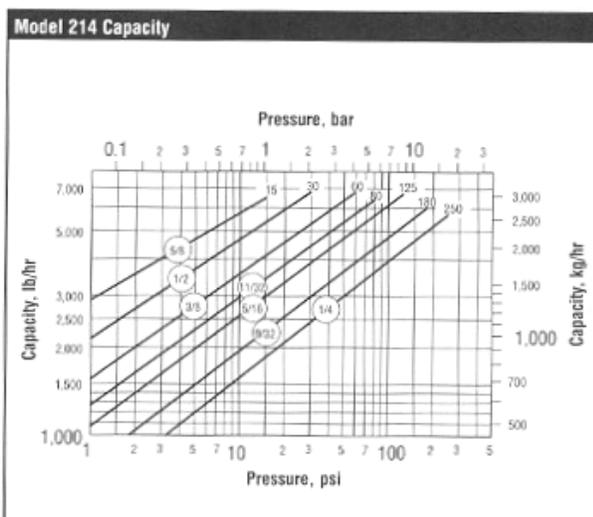
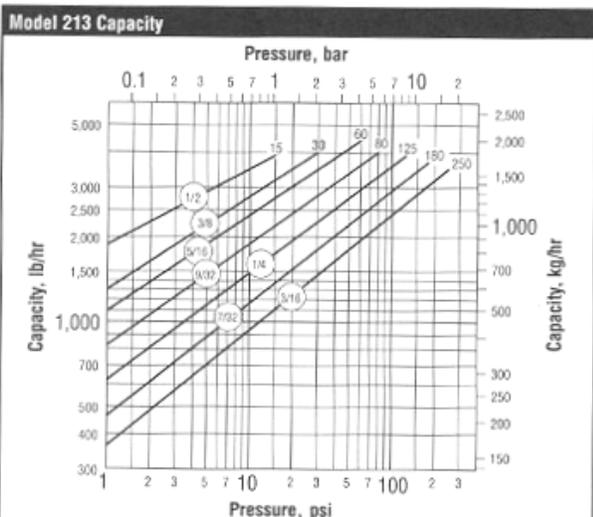
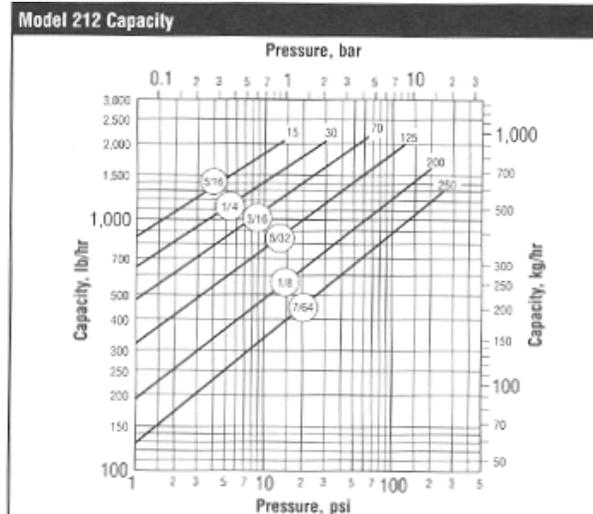
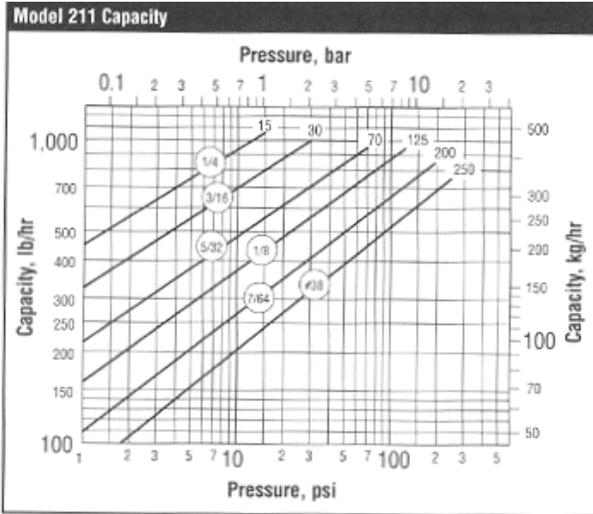
How to Order

- Specify:
- Model number
 - Size and type of pipe connection
 - Maximum working pressure that will be encountered or orifice size
 - Any options required

200 Series, Bottom Inlet, Top Outlet Traps

Add suffix "CV" to model number for internal check valve, "T" for thermic vent bucket.

Model No.	211		212		213			214		215		216	
	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	
Pipe Connections	1/2	15	1/2, 3/4	15, 20	1/2, 3/4, 1	15, 20, 25	1, 1-1/4	25, 32	1, 1-1/4, 1-1/2	25, 32, 40	1-1/2, 2	40, 50	
Test Plug	1/8	3	3/8	10	1/2	15	1/2	15	3/4	20	1	25	
"A" (Flange Diameter)	4-1/4	108	5-1/4	133	6-3/8	162	7-1/2	190	8-1/2	216	10-3/16	259	
"B" (Height)	6-3/8	162	8	203	10-3/4	273	12-1/2	317	14-5/16	364	17	432	
Number of Bolts	6		8		6			8				12	
Weight lb (kg)	6 (2.7)		11-1/2 (5.2)		20-1/4 (9.2)			33 (15.0)		44-3/4 (20.3)		77-1/2 (35.2)	



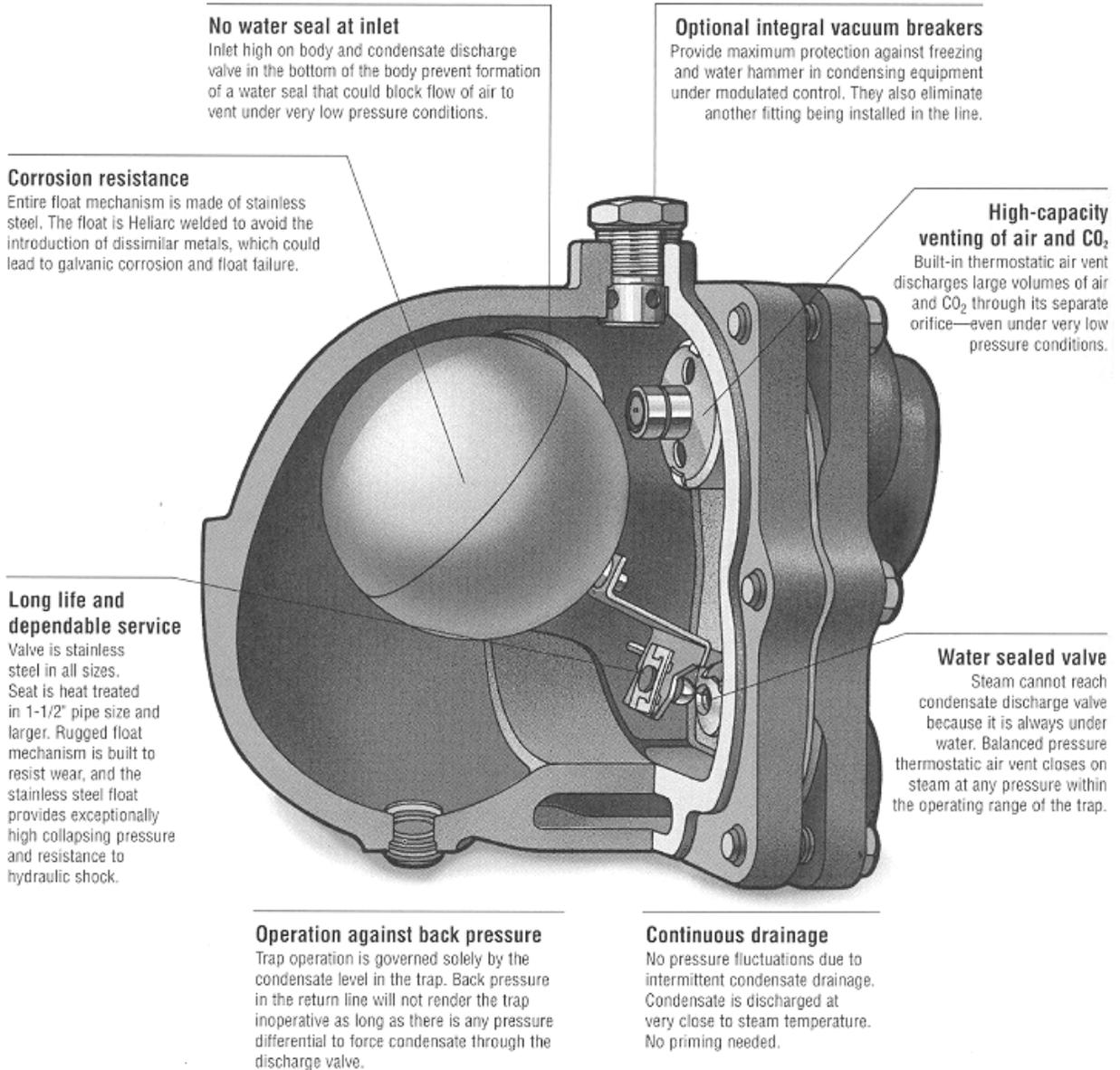
Anexo #30. Hojas de selección de la trampa de flotador y termostática.

Steam Trapping and
Steam Tracing Equipment

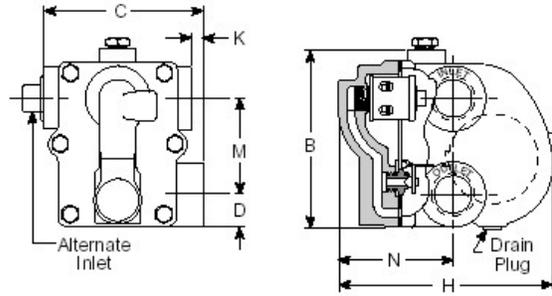
The More Your Steam Pressure Varies, the More You Need Armstrong F&T Traps

When steam pressure may vary from maximum steam supply pressure to vacuum, Armstrong F&Ts are your most energy-efficient choice. Our line of F&Ts brings Armstrong performance, dependability and long life to trapping services requiring continuous drainage with high air venting capacity. Thanks to separate orifices for condensate and air, they provide continuous condensate drainage and air venting—even under conditions of zero pressure.

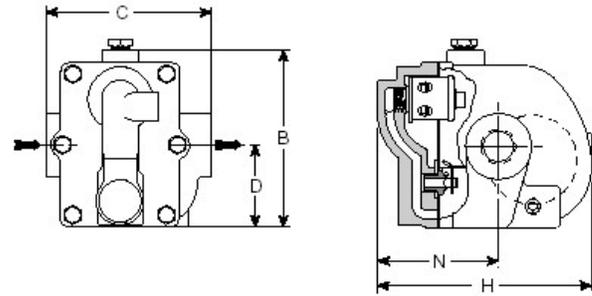
All the benefits detailed below have been designed into Armstrong F&Ts through long experience in the manufacture of pressure float-type drain traps. They assure you of optimum operating efficiency for long periods with minimum trouble.



Steam Trapping and Steam Tracing Equipment



Model A Traps



Model AI Traps

Description

Armstrong A & AI Series F&T traps are for industrial service from 0 to 175 psig and feature a balanced pressure phosphor-bronze type bellows caged in stainless steel. Armstrong A & AI Series F&T traps are designed for service on heat exchange equipment where there is a need to vent air and non-condensable gases quickly.

The AI Series F&T traps feature the convenience of in-line connections with the same rugged internals found in the A Series.

Maximum Operating Conditions

Maximum allowable pressure (vessel design):
175 psig @ 450°F (12 bar @ 232°C)

Maximum operating pressure:

- Model 30-A, AI: 30 psig (2 bar) saturated steam
- Model 75-A, AI: 75 psig (5 bar) saturated steam
- Model 125-A, AI: 125 psig (8.5 bar) saturated steam
- Model 175-A, AI: 175 psig (12 bar) saturated steam

Maximum operating temperature bellows: 422°F (217°C)

NOTE: Cast iron traps should not be used in systems where excessive hydraulic or thermal shock are present.

Connections

Screwed NPT and BSPT

Materials

- Body and cap: ASTM A48 Class 30
- Internals: All stainless steel—304
- Valve: Stainless steel—440
- Seat: Stainless steel—303 (ASTM A582)
- Stainless steel—440F in 1-1/2" and 2"
- Thermostatic air vent: Stainless steel and bronze with phosphor bronze bellows, caged in stainless steel

Options

Integral vacuum breaker. Add suffix VB to model number.

CAUTION: Do not use a conventional vacuum breaker open to the atmosphere in any system that incorporates a mechanical return system that carries pressure less than atmospheric pressure. This includes all return systems designated as vacuum returns, variable vacuum returns or subatmospheric returns. If a vacuum breaker must be installed in such a system, it should be of the type that is loaded to open only when the vacuum reaches a calibrated level well in excess of the design characteristics of the system.

Specification

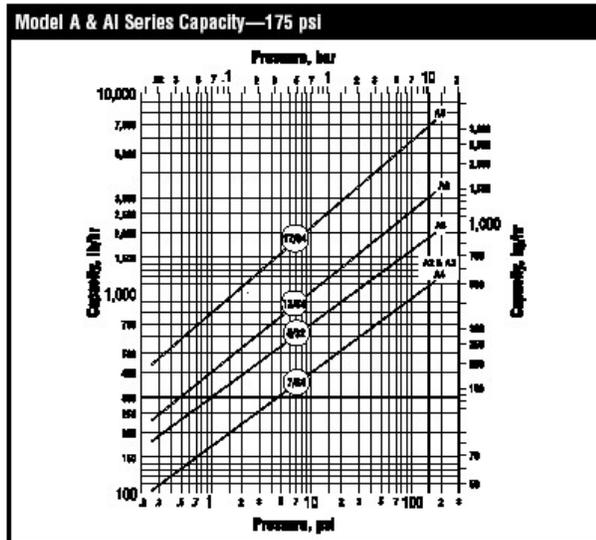
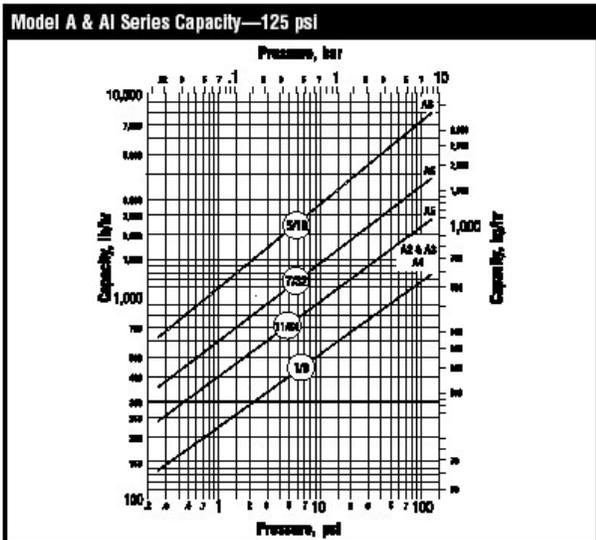
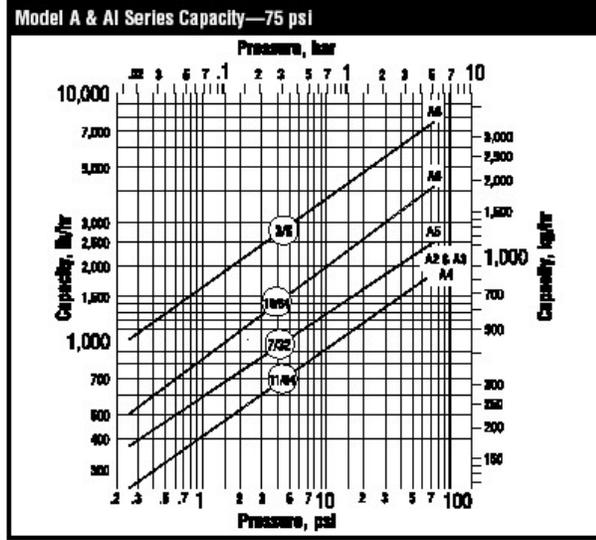
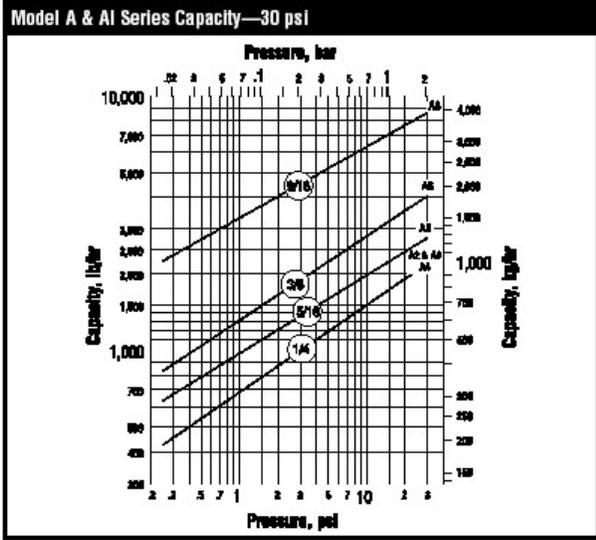
Float and thermostatic steam trap, type ... in cast iron, with thermostatic air vent.

How to Order

Pressure	Model	Connection Size	Option
75	AI	2	VB
30 75 125 175	A = Standard Connection AI = In-line Connection	2 = 1/2" 3 = 3/4" 4 = 1" 5 = 1-1/4" 6 = 1-1/2" 8 = 2" 2 = 1/2" 3 = 3/4" 4 = 1"	VB = Vacuum Breaker

A & AI Series Traps		Model A										Model AI	
Trap Series		in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm
Pipe Connections		3/4	20	1	25	1-1/4	32	1-1/2	40	2	50	1/2, 3/4, 1	15, 20, 25
"B" (Height)		5-1/8	130	5-1/8	130	5-13/16	148	7-7/16	189	9-3/4	248	5-1/2	140
"C" (Face to Face)		4-7/8	124	4-7/8	124	4-5/8	117	5-3/4	146	7-5/8	194	5	127
"D" (Bottom to C)		1	25.4	1	25.4	1-7/32	31.0	1-13/32	35.7	1-11/16	42.9	2-9/16	65.1
"H" (Width)		6-7/16	164	6-7/8	164	8-1/8	206	8-7/16	214	11-5/8	295	6-1/2	165
"K" (Connection Offset)		3/8	95.2	3/8	95.2	—	—	—	—	—	—	—	—
"M" (C to C)		3	76.2	3	76.2	3	76.2	4-3/16	106	6	152	—	—
"N" (Top to C)		3-3/8	85.7	3-3/8	85.7	3-3/4	95.2	3-3/4	95.2	5	127	3-11/16	93.7
Weight lb (kg)		9-1/2 (4.3)		8-1/4 (3.7)		11 (5.0)		18-3/4 (8.5)		40 (18.1)		9-3/4 (4.4)	

NOTE: Cast iron traps should not be used in systems where excessive hydraulic or thermal shock are present.

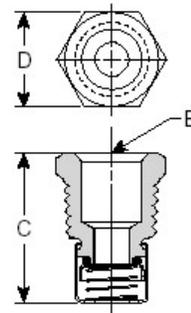


Options

Vacuum Breaker—3/8" (10 mm) and 1/2" (15 mm) NPT
Many times, condensate will be retained ahead of steam traps because of the presence of a vacuum. To break a vacuum, air must be introduced into the system by means of a vacuum breaker.

For maximum protection against freezing and water hammer in condensing equipment under modulated control, vacuum breakers are recommended. Armstrong A and AI Series F&T Traps are available with integral vacuum breakers. Maximum service pressure is 150 psig (10 bar).

Vacuum Breaker				
Size	in	mm	in	mm
"B" Pipe Connections	1/2 NPT	15	3/8 NPT	10
"C" Height	1-1/4	30	1-3/32	28
"D" Width	7/8 Hex	22 Hex	11/16 Hex	17 Hex



Anexo #31. Hojas de selección de los filtros.

Tight seating

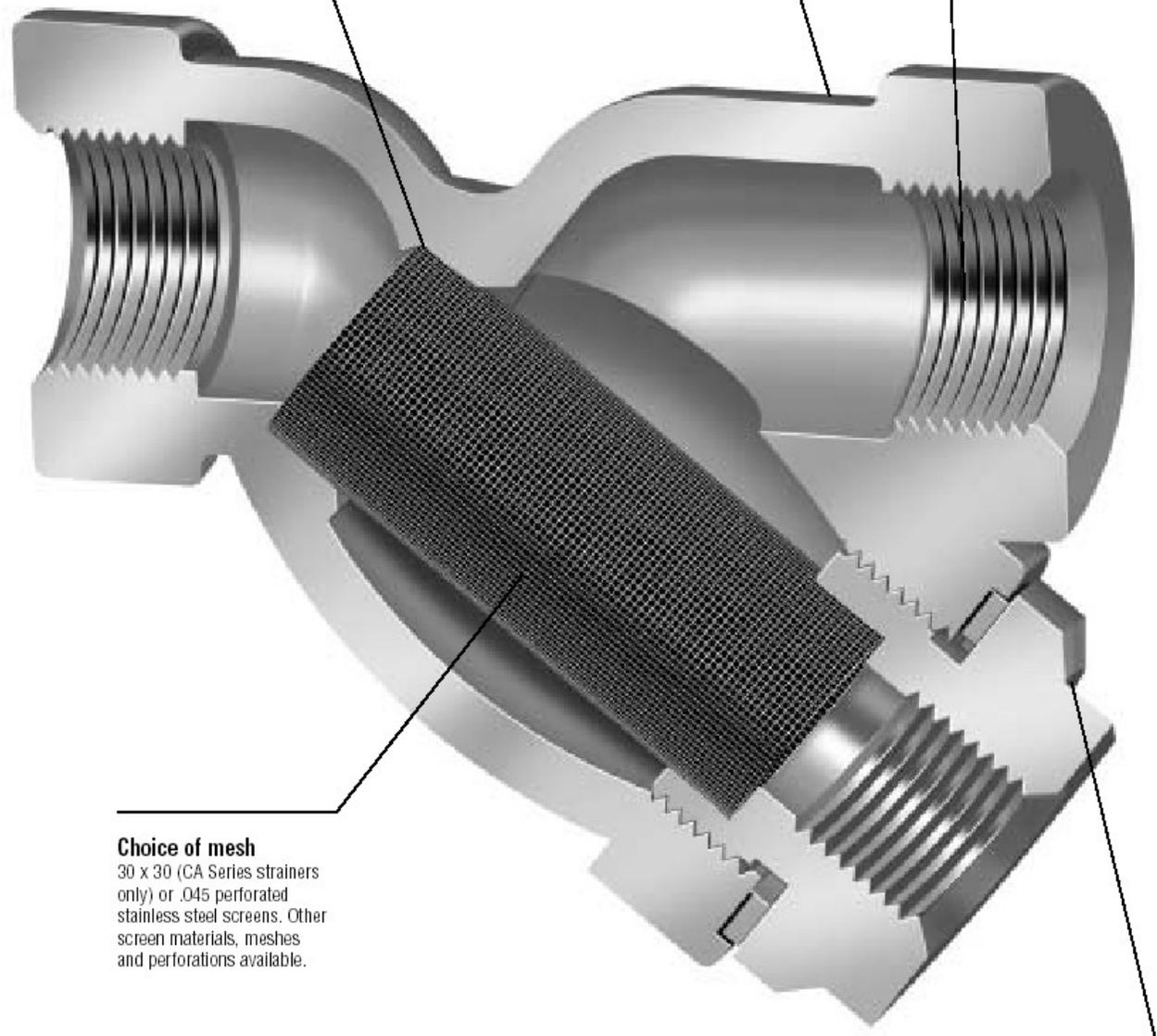
Both ends of the chamber are precisely machined to provide perfectly round and smooth seating surfaces as well as fixed chamber length. The screen seats snugly on the machined surface so no particle larger than the screen opening can escape around the end of the screen.

Choice of body materials

Cast iron, carbon steel, chrome moly, forged steel, stainless steel, bronze.

Connection configurations available

Select screwed, socketweld or flanged.



Choice of mesh

30 x 30 (CA Series strainers only) or .045 perforated stainless steel screens. Other screen materials, meshes and perforations available.

Easy-in, easy-out screwed screen retainers

Straight threads mean less torque is required to obtain a tight seal with proper gasket compression, and less torque is required to remove the retainer. The danger of "freezing in" is considerably less than with hard-to-break tapered pipe threads.

Screen Material Availability and Particle Retention Size						
Screen Specification		Particle Retention, Inches	Materials			
			304 SS	Monel	Brass	316 SS
Perforated	1/64"	0.016	Code 10	Code 18	—	—
	1/32"	0.031	Code 11	Code 19	—	Code 31
	.045 (3/64")	0.045	Code 1	Code 3	Code 4	Code 7
	1/16"	0.062	Code 12	—	—	Code 32
	1/8"	0.125	Code 8	Code 21	Code 28	Code 33
	3/16"	0.188	Code 13	Code 22	—	Code 34
	1/4"	0.25	Code 14	Code 23	—	Code 35
Mesh	20 x 20	0.034	Code 15	Code 5	—	—
	24 x 110	0.0056	—	Code 24	—	Code 2
	30 x 30	0.020	Code 41 (1)	—	—	—
	40 x 40	0.015	Code 16	Code 6	—	Code 37
	100 x 100	0.0055	Code 9	Code 25	—	Code 38
	150 x 150	0.0041	Code 40	—	—	—
	200 x 200	0.0029	Code 17	—	—	Code 39

Shade indicates only available screen choices for CA Series Strainers.
 (1) 30 x 30 mesh screen only available for CA Series Strainers.

Ratio of Open Area of Screen to Inside Area of Pipe																
Strainer Size	Total Screen Area, sq in	Inside Area of Pipe, sq in	Ratio—Perforated Screens								Ratio—Wire Mesh Screens					
			1/64"	1/32"	.045"	1/16"	1/8"	3/16"	1/4"	24 x 110	20 x 20	30 x 30	40 x 40	100 x 100	200 x 200	
1/2"	7.2	0.30	5.2	5	6.4(5)	5.2	6.9(5.4)	8.8	10	4.8(3.8)	6.6	7.2	5.2(4.1)	2.2(1.8)	2.5	
3/4"	7.2	0.53	4	3.9	5	4	5.4	6.9	7.8	3.8	5.3	7.2	4.1	1.8	2	
1"	11	0.86	3.8	3.7	4.7	3.8	5.1	6.5	7.4	3.7	5.2	11	4	1.7	1.9	
1-1/4"	15.9	1.49	3.2	3	3.9	3.2	4.2	5.4	6.1	3.2	4.4	—	3.4	1.5	1.6	
1-1/2"	23.6	2.03	3.4	3.3	4.3	3.4	4.6	5.9	6.7	3.5	4.8	23.6	2.8	1.6	1.8	
2"	34.4	3.35	3	2.9	3.8	3	4.1	5.2	5.9	3.2	4.4	34.4	2.6	1.5	1.6	
2-1/2"	54.4	4.78	3.4	3.3	4.2	3.4	4.5	5.8	6.6	3.3	3.5†	—	2.7	1.7	1.9	
3" 125#	74	7.39	1.7	2.9	3.7	3	4	5.1	5.8	2.9	3.1†	—	2.3	1.5	1.7	
3" 250#	87	7.39	2	3.4	4.3	3.5	4.7	6	6.8	3.5	3.8†	—	2.8	1.8	2	
4" 125#	123	12.7	1.7	2.8	3.5	2.9	3.8	4.9	5.6	2.8	3†	—	2.3	1.5	1.6	
4" 250#	145	12.7	2	3.3	4.2	3.4	4.5	5.8	6.6	3.4	3.7†	—	2.1	1.8	2	
6" 125#	272	28.9	1.6	2.7	3.4	2.8	3.1	4.8	5.4	1.6	3	—	1.8	1.5	1.6	
6" 250#	317	28.9	1.9	3.1	4	3.2	4.3	5.5	6.3	1.9	2.7	—	2.1	1.7	1.9	
8" 125#	464	50	1.6	2.6	3.4	2.7	3.7	4.7	5.3	1.6	2.3	—	1.8	1.5	1.7	
8" 250#	550	50	1.9	3.1	4	3.3	4.4	5.6	6.3	2	2.8	—	2.1	1.8	2	
10" 125#	733	78.8	1.6	2.7	3.4	2.7	3.7	4.7	5.4	1.7	2.3	—	1.8	1.5	1.7	
Percentage Open Area			30%*	29%	37%	30%	40%	51%	58%	33%*	46%*	37%	36%*	—	—	

NOTES: Cast steel, stainless steel and bronze strainers have the same ratios as 250 lb cast iron. This table does not apply to the Forged Steel F22 Strainers on page S-12.
 Numbers in parentheses apply to CA cast iron series only.
 *For unbacked screens.
 †Back-up required, Monel only.

Shade indicates that back-up screens are required.

Strainers

Anexo #32. Hojas de selección y características generales de los controladores del nivel de agua en los tanques de almacenamiento.

ENTRADAS

Sensores: electrodos/ flotadores.
 Tensión: 17 Vca, aislados.
 Bornes: inf, sup y masa
 Sensibilidad: menor a 12 Kohm
 Distancia máxima control-electrodos: 50m.

SALIDAS

Relé inversor, bornes: NA, C, NC.
 Capacidad de los contactos: 5A @ 220Vca.

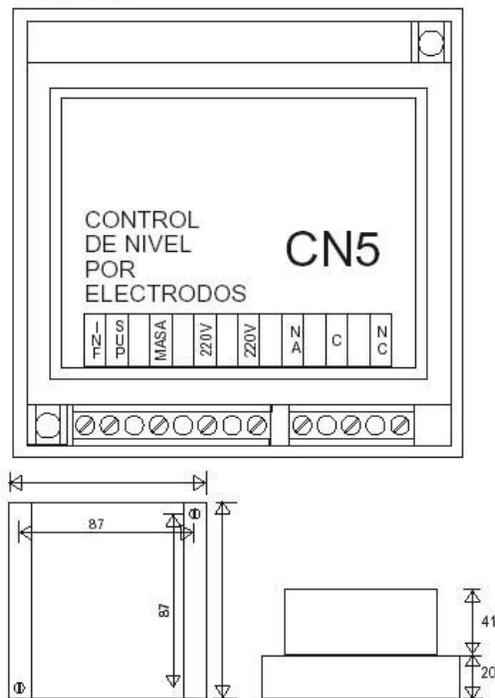
ALIMENTACION

Tensión: 220 VCA +/-15%, 50/60 Hz.
 Consumo: 3 VA
 Bornes: 220V, 220V.

JUEGO DE SENSORES

Modelo JEB1M, tres electrodos de bronce de 1m y portaelectrodos plástico.
 Modelo NF1M2C nivel de flotador con dos bolas en bronce.

BORNERA



FUNCION

Mantener lleno o vacío un tanque de agua.
 Alarma de alto y bajo nivel.
 Detecta los niveles de líquido utilizando un juego de electrodos y la conductividad del líquido.

OPERACION

El relé de salida es activado cuando el líquido no moja el electrodo inferior y es desactivado cuando el líquido moja los electrodos inferior y superior.

OPCIONALES

Se puede emplear en líquidos no conductores empleando sensores con flotadores.
 Existen modelos para alimentación en tensión continua.

