

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“ Diseño de un Túnel para Lavado Exterior de los Cilindros GLP
15 KG”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentada por:

Johnny Ernesto Espinoza Tello

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2007

AGRADECIMIENTO

A Dios en primer lugar, al Ing. Ernesto Martínez. Director de Tesis, por su invaluable ayuda y a todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres, Víctor y Edith, por haberme dado la vida, por su apoyo durante mis estudios.

A mi tío Agustín por su ayuda incondicional.

A mi abuelita y mis hermanos que son razón de superación.

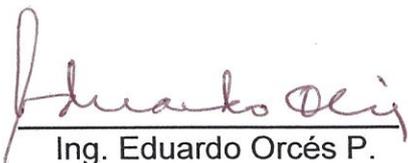
TRIBUNAL DE GRADUACION



Ing. Jorge Duque R.
DELEGADO DECANO FIMCP
PRESIDENTE



Ing. Ernesto Martínez L.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Eduardo Orcés P.
VOCAL

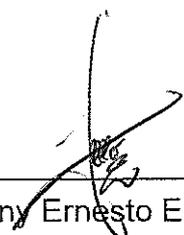


Ing. Manuel Helguero G.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



Johnny Ernesto Espinoza Tello

RESUMEN

La presente tesis de grado presenta el diseño de un túnel para realizar la limpieza exterior de los cilindros para GLP de 15 Kg con diferentes etapas de lavado.

La línea de llenado de los cilindros GLP de la empresa C.E.M. LOJAGAS instalada en 1991 su planta envasadora ubicada en la ciudad de Catamayo cumplía con la norma UNIT-ISO 9001 vigente a la fecha de instalación. Actualmente la norma UNIT-ISO 9001 a sido modificada de tal manera que incluye como parte del mantenimiento de los cilindros de GLP el lavado de estos, por lo cual se requiere la instalación y operación de un equipo de lavado con la finalidad de mejorar el aspecto de los envases de GLP y poder cumplir con la norma establecida lo cual es motivo para la realización de este proyecto.

El presente diseño se basara en lavadoras similares tales como lavadoras de cajas plásticas, botellas gaseosas, lavadoras de vehículos, lavadora de Bidones 20 lts para agua. Por lo cual se debería realizar ciertas visitas a industrias que tengan estos equipos y con estas observaciones se establecerá el modelo y con los parámetros requeridos se procederá al diseño definitivo. Por lo que después de analizar diferentes alternativas se

decide a construirla localmente para la cual he sido contratado para realizar el diseño de este equipo; donde se aplicara de manera practica los conocimientos adquiridos en las diversas ramas de la ingeniería mecánica y en combinación con otros métodos para resolver un problema dentro de la industria nos va permitir obtener resultados beneficiosos así obteniendo un plan de trabajo para el desarrollo del diseño y posteriormente llevar a cabo la construcción del sistema de lavado con sus diferentes procesos para obtener los niveles de conformidad que se requiere y de esta manera halla una satisfacción total de los clientes al tener este tipo de equipo dentro de la planta envasadora que permita quitar la suciedad soluble en el exterior de los cilindros.

Al final del presente proyecto se entregara los planos de construcción, cronograma de ejecución y los costos. Permittiendo de esta forma establecer la diferencia de precios entre el equipo diseñado dentro del país con los sistemas de lavados que cumplan con nuestro propósito que se encuentran en el exterior. Conjuntamente a lo anterior obtener una maquina de fácil operación, fácil mantenimiento y con partes que se adquieran en el mercado local.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
INDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	I
SISMOLOGÍA.....	V
INDICE DE FIGURAS.....	VI
INDICE DE TABLAS.....	VII
INDICE DE PLANOS.....	VIII
ANTECEDENTES.....	1

CAPITULO 1

1. PLANTA ENVASADO.....	DE 3
1.1 Descripción del proceso de envasado.....	6
1.2. Parámetros importantes que se deben considerar en la planta de	

envasado.....	13
1.3. Definición del problema.....	19

CAPITULO 2

2. PROCESO DE LAVADO DE CILINDROS

.....	22
2.1. Lavado manual.....	22
2.2 Lavado mecánico.....	23
2.3 Alternativas de solución.....	24
2.3.1. Adquisición de equipo de lavado.....	24
2.3.2. Diseñar y construir equipo.....	28
2.3.2.1. Sistema de lavado con cepillo.....	29
2.3.2.2. Sistema de lavado en túnel con agua caliente.....	32

CAPITULO 3

3. DISEÑO DE UN TÚNEL PARA LAVADO DE CILINDROS

.....	36
3.1. Diseño de forma.....	36

3.2. Dimensionamiento del túnel.....	39
3.3. Diseño proceso de lavado.....	101
3.4. Diseño proceso de enjuague.....	119
3.5. Diseño proceso de secado	125

CAPITULO 4

4. ANÁLISIS DE COSTOS.....	133
----------------------------	-----

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	141
--	-----

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

AISC	American Institute of Steel Construction
AISI	American Iron and Steel Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
ATEX	Atmósferas Explosivas
CEM	Compañía de Economía Mixta
CFM	Pie cubico por minuto
cm	Centímetro
cm ²	Centímetro cuadrado
EN	Norma Europea
fpm	Pie por minuto
ft	pie
GLP	Gas licuado de petróleo
GPM	Galones por minuto
HE	European wide flange beams
HP	Caballo de fuerza
H ₂ O	Agua
IEC	Comisión de Electrotecnia Internacional
ISO	Organización Internacional de Normalización
Kg	Kilogramo
KN	Kilonewton
LRFD	Diseño Factor de Carga y Resistencia
m	Metro
Mpa	Mega pascal
N	Newton
NFPA	
NEC	Código Eléctrico Nacional
psi	Libras por pulgadas cuadrada
RPM	Revoluciones por minutos
SAE	Society Automotive Engineers
Seg	Segundos
SMAW	Submerged arc Welding
UPN	European standard channels

SIMBOLOGÍA

a	Mínimo tamaño del filete de Soldadura
Aef	Área efectiva
CV	Carga viva
C	Distancia entre centros
d	diámetro
E	Modulo de elasticidad
FE	Fuerza del metal de soldadura
Fw	Fuerza nominal
fs	Factor de servicio
ftp	factor de corrección
f	Perdidas por fricción
hd	Carga dinámica
I	Momento de inercia de masa
K	Factores de modificación
L	Longitud
Mu	Máximo momento
n	Factor de seguridad
Rn	Resistencia de diseño de la soldadura
R	Relación de velocidades
S	Resistencia
SP	Perdida presión estática
tf	Espesor del ala
t	Tiempo
T	Torque
VP	Perdida de presión dinámica
V	Velocidad
Vu	Máxima fuerza cortante
Φ	Factor de resistencia
ω	Velocidad angular
α	Aceleración angular
θ	Arco de contacto
ρ	Radio de giro
σ	Esfuerzo normal
ζ	Esfuerzo cortante
Δ	Máxima deflexión vertical

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1	Tanques Estacionarios.....4
Figura 1.2	Esquema de Planta de Envasado6
Figura 1.3	Bombas para el trasiego del GLP8
Figura 1.4	Balanzas semiautomáticas.....11
Figura 1.5	Diagrama de Flujo del Proceso de la Planta envasadora12
Figura 1.6	Modelo de un Sistema de Gestión de Calidad Basada en Procesos.....20
Figura 2.1	Maquina Lavadora para Cilindros GLP26
Figura 2.2	Sistema de Lavado27
Figura 2.3	Esquema de una Maquina Lavadora con cepillos.....30
Figura 2.4	Esquema de un Túnel para Lavado de cilindros GLP.....34
Figura 3.1	Diseño de Forma del túnel para lavado de Cilindros37
Figura 3.2	Diagramas de tiempo de la Etapas de Lavado41
Figura 3.3	Dimensionamiento del Cilindro GLP.....43
Figura 3.4	Diagrama de Momento.....48
Figura 3.5	Diagrama de Momento del Perfil50
Figura 3.6	Diagrama de Cortante.....51
Figura 3.7	Diagrama de Cortante para el peso Total.....51
Figura 3.8	Diagrama de Cortante para la Carga de Servicio.....52
Figura 3.9	Diagrama de Puntos X,Y en los Pórticos.....54
Figura 3.10	Determinación de las Reacciones.....55
Figura 3.11	Barra de Menú y Herramientas.....56
Figura 3.12	Cuadro de Secuencia de Comandos57
Figura 3.13	Cuadro de Modelos para Diseñar58
Figura 3.14	Pórtico Tridimensional de la estructura del Transportador Aéreo para ser Analizado con el Programa Sap 2000.....58
Figura 3.15	Recuadro de Restricciones.....59
Figura 3.16	Datos del Acero Estructural A36.....60
Figura 3.17	Selección del Perfil UPN140 para la Viga del Pórtico.....61
Figura 3.18	Selección de la Sección UPN140 y UPN80 para las Vigas y Columnas de los Pórticos.....61
Figura 3.19	Secciones Asignadas al Modelo Estructural.....62
Figura 3.20	Modelo Tridimensional del Pórtico con las Cargas Aplicadas.....63
Figura 3.21	Cuadro del Análisis Completo.....64
Figura 3.22	Diseño del Pórtico.....65
Figura 3.23	Sistema Cadena -Trolley69

Figura 3.24	Discos en las Esquinas del Transportador Aéreo.....	71
Figura 3.25	Inercias en el Sistema de Rotación	74
Figura 3.26	Elementos del Transportador Aéreo.....	75
Figura 3.27	Ubicación de los Rociadores.....	106
Figura 3.28	Esquema del Sistema de Lavado.....	107
Figura 3.29	Esquema de Ramales de Tuberías Vista Frontal.....	110
Figura 3.30	Isométrico de Tuberías del Sistema de Lavado.....	110
Figura 3.31	Esquema de la Parte Superior de las Tuberías	111
Figura 3.32	Isométrico de Tuberías del Sistema de Enjuague.....	120
Figura 3.33	Ducto de Ventilación en la Sección de Secado.....	126

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1 Característica del Tanque Estacionario.....	5
Tabla 2.1 Matriz de Decisión para selección de Mejor Alternativa.....	35
Tabla 3.1 Porcentaje para Cargas de Impacto.....	47
Tabla 3.2 Medidas de Cadena y Trolley	69
Tabla 3.3 Medidas del Engrane	70
Tabla 3.4 Factores de Seguridad para Diferentes Materiales.....	90
Tabla 3.5 Densidades Normalmente Aceptadas.....	103
Tabla 3.6 Ángulos de Boquillas para Diámetro Mínimo del Tanque	103
Tabla 3.7 Numero de Boquillas para la Superficie Cilíndrica	104
Tabla 3.8 Numero de Boquillas para la Parte Superior del Tanque	104
Tabla 3.9 Distancias entre Boquillas	105
Tabla 4.1 Análisis de Costos.....	

INDICE DE PLANOS

Plano 1	Partes del Equipo de Lavado
Plano 2	Estructura para el Transportador Aéreo
Plano 3	Engrane para el Transportador Aéreo
Plano 4	Árbol para la Transmisión a la Salida del Motorreductor
Plano 5	Árbol para el Engrane del Transportador Aéreo
Plano 6	Árbol para la Transmisión en las Ruedas del Transportador Aéreo
Plano 7	Rueda para las Esquinas del Transportador Aéreo
Plano 8	Isométrico de Tuberías del Sistema de Lavado
Plano 9	Isométrico de Tuberías del Sistema de Prelavado
Plano 10	Isométrico de Tuberías del Sistema de Enjuague
Plano 11	Reservorio de Agua para Sistema de Lavado
Plano 12	Reservorio de Agua para Sistema de Enjuague
Plano 13	Conducto de Aire para el Secado de Cilindros

ANTECEDENTES

El gas Licuado de Petróleo es la principal fuente de energía de la mayoría de hogares en nuestro país; aunque es utilizado principalmente en cocinas y hornos también es utilizado en menor proporción para la iluminación, termas y últimamente se está utilizando como combustible para los vehículos motorizados; por lo cual la industria del GLP está entrando en un crecimiento por el aumento de la población. Por tal razón se está incrementando la producción en las diferentes plantas envasadoras que se encuentran en nuestro país. Motivo por el cual se busca la modernización y sistematización en el proceso de envasado (sistema de llenado, mantenimiento y despacho) realizando cambio de sistemas y equipos empleados en el envasado.

Actualmente los cilindros que están siendo envasados son de 15 y 45 kilogramos en carruseles o balanzas semiautomáticas; tanto para el uso doméstico e industrial respectivamente. Todas las plantas envasadoras se caracterizan por cumplir con las normas de seguridad; pero se diferencian unas con otra por la cantidad de producción y por la calidad en la presentación del producto.

En nuestro país casi no se realiza el lavado exterior de los cilindros, por tal motivo se busca la mejora de los procesos para la obtención del producto y halla una satisfacción total de los clientes y tener un sistema de calidad para cumplir con la Norma ISO 9001, donde uno de los pasos es la mejora en el aspecto de los cilindros para la venta.

El Proceso de lavado exterior de los cilindros no se realiza frecuentemente pero se trata de entregar el producto de una manera limpia exteriormente. Tal proceso la rapidez del hombre es un parámetro importante para el buen funcionamiento. El lavado se lo realiza de forma manual con el cual resulta un problema por la cantidad de agua que se consume en dicho proceso.

Motivo por el cual existe la necesidad de adecuar varios sistemas que permitan el proceso de envasado realizarlo de una manera rápida y con un buen aspecto del producto, un sistema de lavado es uno de los objetivos; tal equipo garantice una optima limpieza y que a su vez tenga una fase de secado, con alto grado de rapidez sin necesidad de importar algún tipo de maquinaria.

El objetivo principal es diseñar un equipo que pueda ser de utilidad para la planta envasadora satisfaciendo las velocidades de producción con alta eficiencia y con un bajo costo.

CAPITULO 1

1 . PLANTA DE ENVASADO GLP

La operación de la planta se hará con personal del lugar quienes tendrán previamente una capacitación en:

- Composición, propiedades y comportamiento del GLP.
- Reconocimiento de las instalaciones de la planta.
- Comportamiento de una nube de gas.
- Sistema contra incendio.
- Utilización de la planta de GLP.
- Simulacro de fuga de gas.
- Actuación de sistema contra incendios.
- Utilización de los extintores en fuego vivo.

Tanques Estacionarios

La planta dispondrá de un tanque estacionario de 12000 galones de capacidad (en volumen de agua), considerando que el tanque se llena al 85% de su capacidad, tendremos un almacenamiento de 10200 galones, a esto le restaremos aproximadamente un 5% por concepto de merma con el cual tendremos un total de 9600 galones de GLP como volumen útil de almacenamiento. En la figura 1.1 se muestra dos tanques estacionarios.



FIGURA 1.1. TANQUES ESTACIONARIOS

Se ha determinado que diariamente se envasará un volumen aproximado de 2000 galones de GLP, por lo tanto el tanque

estacionario abastecerá a la planta por 5 días útiles; para prevenir problemas de abastecimiento el tanque deberá ser llenado cada 3 o 4 días útiles de trabajo con un volumen aproximado de compra de 7000 galones de GLP, esto para tener un stock de reserva de 2600 galones, suficiente para tener operativa la planta durante un día y medio. Las características del tanque estacionario se resumen en la tabla siguiente:

TABLA 1.1
CARACTERÍSTICAS DEL TANQUE ESTACIONARIO

Capacidad	1200 galones USA
Material	Acero de 1" de espesor
Diámetro	2.40m
Longitud de parte cilíndrica	8.50m
Diámetro de tapas semiesféricas	2.40m
Presión de diseño	250 psi
Presión de prueba	375 psi
Presión de trabajo	160 psi

En general las tuberías para GLP serán de acero al carbono ASTM A53-GrB A106 Gr11 cédula 80 roscadas. Adicionalmente las empaquetaduras de las tuberías serán de material resistente al fuego y al GLP garantizando su hermeticidad, su punto de fusión debe de estar por encima de los 800°C. Asimismo se contará con accesorios como válvula interna, válvula de exceso de flujo, válvula de sobrepaso, válvula de llenado, válvula de cierre de emergencia, válvulas para el llenado semiautomático de cilindros, válvula de alivio medidor rotatorio, etc.

1.1 Descripción del Proceso de Envasado

El gas licuado de petróleo adquirido para su envasado provendrá directamente desde una de la filial de Petrocomercial.

Se contara con dos tanques estacionarios, dos bombas de transferencia de GLP, un punto de recepción desde el autotanque, un punto de llenado de los cilindros y dos compresores de GLP. Adicionalmente existirá un tanque pulmón al cual se depositara los restos de GLP de los cilindros vacíos.

El autotanque ingresara por una de las puertas y se estacionara junto a la boca de llenado del tanque estacionario, el operador del camión debe de inmovilizar el camión mediante unos tacos de madera.

Antes de efectuar las conexiones de las mangueras tanto al punto de llenado como al punto de compensación de vapores el conductor debe de conectar el autotanque al punto tierra por seguridad. El trabajador responsable de recibir el GLP también debe de preparar su equipo contra incendio. En el caso de presentarse una dificultad, que no permita continuar con el envasado de GLP, sea por problemas en la válvula de salida del tanque cisterna o en las válvulas de los tanques estacionarios de recepción, deberá comunicarse de inmediato, para

iniciar las maniobras que posibiliten corregir este problema. En la figura 1.2 se muestra el esquema de planta de envasado

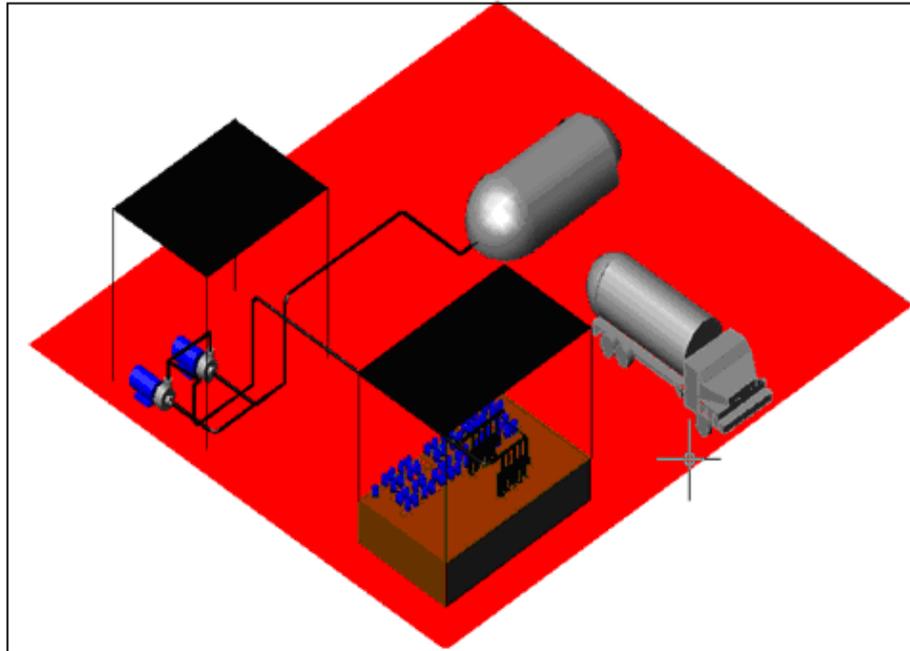


FIGURA 1.2. ESQUEMA DE PLANTA DE ENVASADO

El trasiego de GLP se efectuará por bombeo desde el autotanke, mediante conexiones de mangueras para succión de GLP líquido y retorno de vapores de GLP del tanque estacionario al autotanke. Ambas instalaciones fijas próximas a las mangueras de trasiego estarán provistas de válvulas de cierre de emergencia.

El GLP será descargado en el tanque estacionario a través de una válvula de llenado de tipo válvula de retención. Finalizada la descarga del producto el autotanke procederá a retirarse de la

planta. En la figura 1.3 se muestra las bombas para el trasiego del GLP.



FIGURA 1.3. BOMBAS PARA EL TRASIEGO DEL GLP

Una vez que ingresan los camiones de reparto de los cilindros a los distribuidores de gas, se estacionaran al lado derecho de la plataforma de llenado con el fin de descargar los restos de GLP de los cilindros vacíos hacia el tanque pulmón, esta descarga se realizara poniendo los cilindros de cabeza para que por acción de la gravedad el GLP salga de dichos cilindros, una vez que el tanque pulmón tenga un volumen aproximado del 80 % de su capacidad el contenido será trasegado hacia el tanque estacionario mediante una bomba con un motor de 5 HP de potencia.

Finalizado este proceso un trabajador procederá a hacer el control de calidad de los cilindros a fin de detectar las fallas más comunes que se presentan, por ejemplo válvulas, casquetes y asas en mal estado y repararlos.

Una vez que los cilindros han sido reparados, estos pasan al área de prueba de hermeticidad, esta prueba consiste en llenar los cilindros con agua hasta un 85% de su volumen y luego mediante una compresora inyectarles aire hasta 200 psi de presión.

Una vez que los cilindros pasan esta prueba serán llevados al área de limpieza y pintado de cilindros donde se les pintara con el color y logotipo respectivo pasando finalmente a la plataforma de llenado de cilindros.

Una vez que los cilindros están en la plataforma de llenado, la carga de GLP a estos se efectuara por bombeo desde el tanque estacionario que estará provisto de una válvula interna de exceso de flujo en su conexión de salida.

El llenado de los cilindros con cierto caudal donde la cantidad será controlada de forma semiautomática mediante válvulas de llenado y balanzas, el tiempo para llenar los cilindros oscila desde 55 segundos hasta un minuto aproximadamente.

Para evitar daños en las bombas por bajo flujo, se instalara la válvula de retorno automático al tanque estacionario; la unidad compresora será utilizada para los automáticos de control de peso, es decir, estarán conectadas al sistema de balanzas para que cuando lleguen al peso indicado se accione y corte el flujo de GLP hacia los cilindros de gas.

Luego de haber sido llenados los cilindros estos pasaran nuevamente un control de calidad en cuenta que los cilindros de 15 Kg deberán estar en el rango de $\pm 2,5\%$ y los de 45 Kg entre $\pm 1\%$ de su peso total. De no cumplir estas características los cilindros pasaran nuevamente al área de descarga para ser vaciados totalmente y ser nuevamente llenado. Si cumplen con los requerimientos de peso, el cilindro pasa a la plataforma de despacho de cilindros. El almacenamiento de los cilindros llenos se hará solamente en posición vertical y apoyada en sus bases. En la figura 1.4 se muestra balanzas semiautomáticas.



FIGURA 1.4. BALANZAS SEMIAUTOMÁTICAS

A continuación se muestra el Diagrama de Flujo del Proceso:

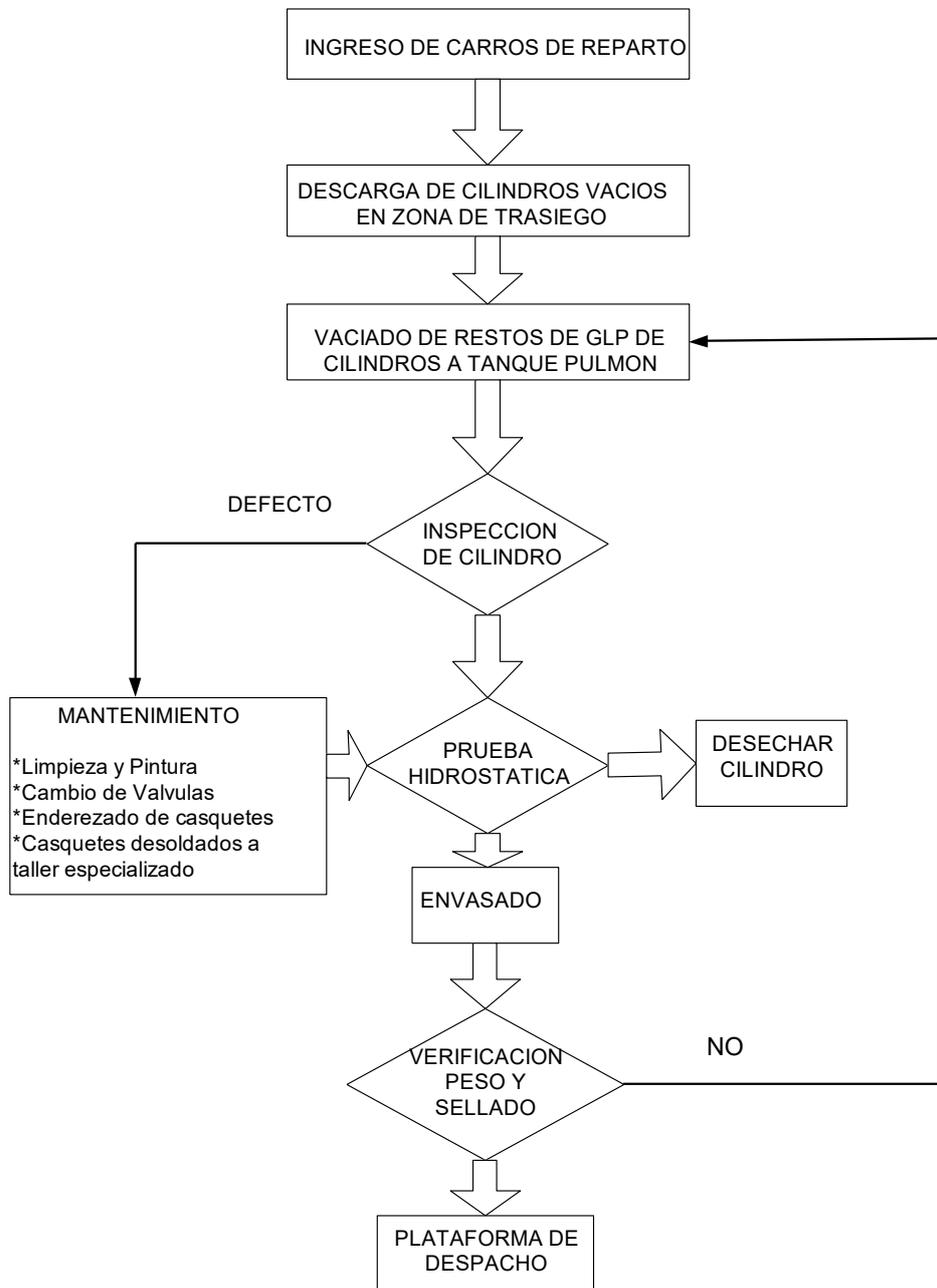


FIGURA 1.5. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE LA PLANTA ENVASADORA

1.2 Parámetros Importantes que se Deben Considerar en la Planta de Envasado

Las plantas envasadoras deben contar con equipos para que estén dotadas de materiales y herramientas necesarias para el control de fugas líquidas o gaseosas (cuerpos de cilindros, válvulas, líneas, etc.) para los diferentes envases utilizados en la comercialización del GLP.

a) Instalación Apropiado de Equipos

Las bombas, compresores y sus motores deberán instalarse sobre bases de concreto de dimensiones apropiadas, exceptuándose al caso de bombas directamente acopladas a recipientes. Estos equipos deberán de tener conexión a tierra para descarga de corriente estática.

b) Motores Eléctricos

Los motores eléctricos deberán de ser blindados y a prueba de explosión y tener interruptor automático de sobrecarga.

c) Motores Eléctricos: Colocación

Los motores eléctricos, utilizados como unidad motriz de bombas o cadenas transportadoras en las plataformas de llenado, podrán estar colocados a un nivel diferente al piso de la plataforma siempre y cuando cuenten con ventilación, desagüe y espacio para el mantenimiento adecuado.

d) Equipos: Obligatoriedad de Conexión a Tierra

Todo el sistema de envasado, múltiple de llenado y básculas deberán tener conexión a tierra, para descarga de corriente estática.

e) Líneas de Conducción de Energía Eléctrica

Las líneas de conducción de energía eléctrica deberán ser entubadas, de preferencia empotradas o soterradas, resistentes a la corrosión y a prueba de roedores

f) Instalación de Pararrayos

La instalación de pararrayos dependerá de la ubicación geográfica de las Plantas envasadoras.

g) Zona de Llenado: Equipos y Materiales Adecuados

El diseño de las instalaciones eléctricas y la selección de los equipos y materiales que se empleen dentro de las zonas de llenado, de almacenamiento de cilindros, de los tanques estacionarios o a una distancia menor de 4.5 m (15 pies) de sus límites, deberá cumplir, además de lo estipulado en el párrafo anterior

Los equipos y materiales anti-explosivos utilizados en este tipo de instalaciones, deberán tener inscripciones o certificaciones que indiquen la clase, división y grupo correspondiente a la clasificación de áreas y temperatura de operación y el laboratorio o entidad que aprobó su uso. Esta condición deberá ser mantenida durante toda la vida útil de las instalaciones.

h) Plataforma de Envasado: Diversas Instalaciones

Sobre las plataformas de envasado podrán instalarse los sistemas de trasiego o evacuación de gas, limpieza, pintura y sustitución de válvulas de los recipientes portátiles, siempre y cuando estos sistemas se diseñen en forma segura respetando las distancias del perímetro de seguridad con respecto a los sistemas de llenado.

i) Traslado del GLP

Para efectuar el traslado del GLP, las bombas y compresores deberán de instalarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante para facilitar los servicios a que están destinadas, siendo obligatorio el protegerlas contra el deterioro causado por vehículos o personas mediante dispositivos de protección.

j) Tuberías Conductoras de GLP

Las tuberías conductoras de GLP en las Plantas Envasadoras deberán ser de acero, debiendo ser cédula 40 ó más en el caso de ser soldadas y cédula 80 si su instalación es roscada.

Las uniones de tuberías mayores de 2 pulgadas de diámetro nominal sólo podrán ser soldadas o bridadas. En líneas con bajas temperaturas de servicio no se podrán usar uniones roscadas, excepto en las líneas de diámetros pequeños como las líneas de instrumentación.

k) Tuberías que Transportan GLP

En las tuberías que transportan GLP dentro de las Plantas Envasadoras está prohibido el uso de válvulas y accesorios de

fierro fundido, bronce o cobre. No está permitido el reemplazo de tuberías por mangueras.

l) Tuberías Roscadas o Soldadas: Empaquetaduras

Las empaquetaduras de las tuberías roscadas o soldadas deberán ser de material resistente al fuego y al GLP, en su fase líquida y que garantice hermeticidad. Deben tener un punto de fusión sobre los 800 oC y ser de metal u otro material adecuado confinado en metal.

m) Válvula de Seguridad

Se instalará una válvula de seguridad o de alivio con capacidad de descarga adecuada en los tramos de tubería en que pueda quedar atrapado el GLP en su fase líquida, entre dos válvulas de cierre.

La presión de apertura no debe ser menor de 28.12 kg/cm² (400 psig) de acuerdo a la norma NFPA 58. El dispositivo aliviador de presión descargará a la atmósfera. Se deberá disponer que la descarga se efectúe en un lugar apropiado y en forma segura.

n) Tanques Estacionarios

Los tanques estacionarios de las plantas envasadoras deberán de colocarse dentro de una zona de protección, delimitada por medios de seguridad como cercos, barreras, o topes, cuyo diseño y materiales deberán proteger a los tanques, accesorio, maquinaria y tuberías contra daños mecánicos que pudieran causar algún vehicular. Estos medios deberán emitir ventilación natural y acceso fácil a los controles.

o) Tanques Estacionarios: Accesorios Mínimos

Los tanques estacionarios instalados en las Plantas Envasadoras deberán contar, por lo menos, con los siguientes accesorios:

- Medidor de nivel con indicador local.
- Termómetro ubicado en el nivel mínimo del líquido.
- Manómetro contrastado (doble manómetro), ubicado en la parte superior.
- Válvulas de exceso de flujo en todas las conexiones de ingreso y salida del GLP, con excepción de las correspondientes a las válvulas de seguridad y de drenaje.
- Válvulas de seguridad de acuerdo al código de diseño de

recipiente y calibrados a presión de diseño.

- Conexión de drenaje con doble válvula. Siendo la mas cercana al recipiente de cierre rápido.

p) Tanques estacionarios: Conservación

Los tanques estacionarios de las plantas envasadoras, deberán conservarse pintados en forma adecuada y protegidos de la acción de los elementos atmosféricos. Los colores elegidos, de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana, serán claros para evitar que por absorción del calor se eleve la presión interna.

1.3 Definición del Problema

La empresa C.E.M. LOJAGAS situada en la ciudad de Catamayo se dedica al envasado de Gas Licuado de Petróleo (GLP).;esta compañía esta caracterizada por seguridad y calidad en todos sus procesos y entrega del producto; por lo tanto han establecido un sistema de calidad basados en procesos de la norma ISO 9001 donde dicha norma incluye mejora en los procesos para la obtención de un producto y halla una satisfacción total del cliente ; debido a esto es necesario mejorar el aspecto de los cilindros GLP. En la figura 1.6 se muestra el modelo de un sistema de gestión de calidad basada en procesos.

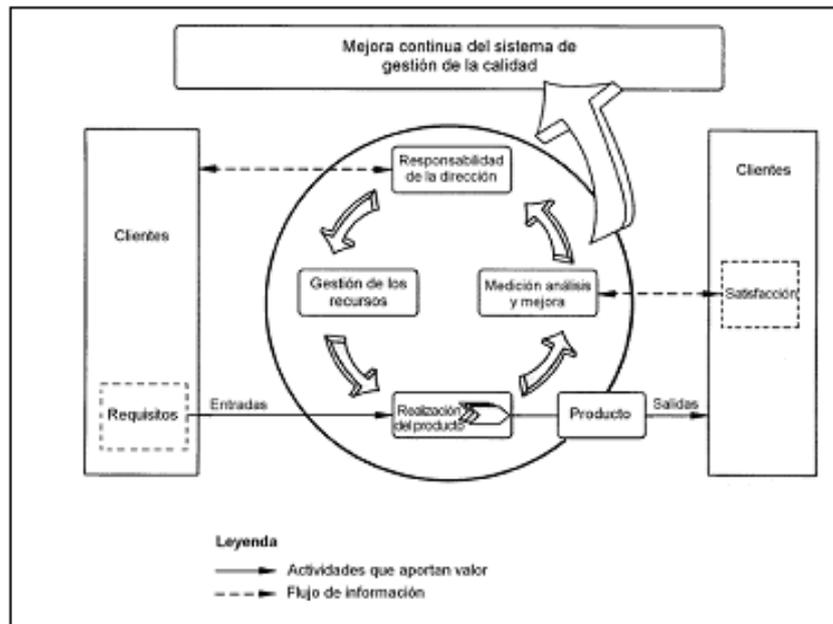


FIGURA 1.6. MODELO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD BASADA EN PROCESOS

Actualmente como parte del mantenimiento, es el lavado tanto para pintura como para la venta. Este proceso dentro de la planta envasadora requiere de mucho tiempo y de acuerdo a los requerimientos de producción deben de utilizar varios operadores y así mismo la utilización de mucha cantidad de agua.

Esta empresa busca la modernización y sistematización del proceso de envasado del GLP en la planta envasadora de la ciudad de Catamayo; considerando las operaciones actuales que se realizan

en este proceso es necesario que den un paso en el cambio de sistemas y equipos empleados en el envasado.

Uno de los objetivos de esta empresa dentro de sus procesos es el utilizar un artefacto o maquina que realice la limpieza externa de los cilindros cumpliendo con la norma establecida, minimizando tiempo de operación y a su vez también menos operadores en el proceso de lavado de los cilindros GLP.

Consecuentemente se presenta los requerimientos de esta empresa que debería tener esta maquina en el proceso de lavado y estos son:

El equipo deberá realizar la limpieza de toda suciedad soluble. Sus dimensiones están limitadas al espacio disponible en el lugar donde va ser instalado.

Otros requerimientos que debe tener este sistema de lavado es que deberá realizar una limpieza total del cilindro, tanto del cuerpo como de la parte superior, que incluye asa y válvula, poco consumo de agua usando un sistema de reciclaje de agua, permitir un fácil montaje y desmontaje para casos de mantenimiento y limpieza, repuestos de de fácil reposición y obtención en el mercado y bajo costo.

CAPITULO 2

2. PROCESO DE LAVADO DE CILINDROS

2.1 Lavado Manual

El proceso de lavado manual de los cilindros GLP ; primeramente se realiza un prelavado con agua a presión para remover la materia visible o suciedad de gran tamaño, después de esto remojar con agua mas detergente toda la parte cilíndrica, casquete y asa. Seguidamente se debe de realizar el restriegue de una manera rápida en todas las partes de los cilindro de gas. Finalizando esto son enjuagados eliminando la suciedad por completo para luego secarlos pero este ultimo es un poco ineficiente debido a que no se llega con totalidad a terminar este proceso adquiriendo polvo los

cilindros en cierto tiempo donde se los va a destinar para otro proceso sea de envasado o pintado. Este proceso no es adecuado, ya que implica la utilización de grandes cantidades de agua y de acuerdo a los requerimientos de producción debe utilizar varios operadores. El tiempo y la cantidad de personal destinado para este fin se dan la necesidad de incorporar un equipo para realizar esta labor.

2.2. Lavado Mecánico

Este proceso se lo da mediante una unidad o maquina que realice la limpieza externa de los cilindros, estos de 15 Kg y también puede ser de 45 Kg, empleando cepillos u otro dispositivo en combinación con agua y, de ser el caso de suciedad o grasa, detergente. Siendo llevado los cilindros mediante un transportador.

El lavado mecánico es preferible al lavado manual, ya que este procedimiento puede estandarizarse. Estandarizar un procedimiento significa que se puede repetir el proceso múltiple veces y se obtendrá los mismo resultados bajo iguales condiciones. Esto no puede hacerse con el lavado manual, ya que este depende del operador. El lavado con maquina lavadora remueve el 60 % de materia soluble. Otras de las ventajas es que disminuye la cantidad de personal destinada para este propósito y se disminuye considerablemente el riesgo laboral.

2.3 Alternativas de Solución

Para desarrollar este proyecto es importante tener en cuenta la manera como vamos a obtener las facilidades para la obtención del sistema de lavado con los parámetros que se requieren y de faltar alguno adaptar ciertas modificaciones para cumplir con el objetivo deseado; se presenta diferentes alternativas de solución tales como:

Comprar un equipo ya sea nuevo o usado; de esta manera también se plantea la posibilidad de construir dicho equipo; donde es importante considerar el mercado local para no tener inconveniente en la construcción.

2.3.1 Adquisición de Equipo de Lavado

Existen diferentes maneras para obtener una maquinaria para ciertas aplicaciones tales como:

a) Comprar Equipo Nuevo

La compra de un equipo nuevo de lavado es un problema dentro de nuestro mercado primeramente por que no hay fabricantes de este tipo de maquinaria; por lo que es necesario buscar otra manera para la adquisición de este tipo de equipo donde; entre otras se tiene la compra de esta maquinaria en el

exterior. En nuestro medio se encuentran representantes que están queriendo vender diferentes maquinas que son necesarias dentro de una planta envasadora donde una de ella es la lavadora para cilindros; por lo cual será de gran ayuda este tipo de personas dentro de nuestro país.

La problemática de traer este tipo de maquina de las compañías del exterior es el elevado costo inicial de la maquina, retrasos en los tiempos de desaduanización, pago de impuestos, reparación de daños por la garantía, fuga de divisas del país, adquirirla con cierta capacidad de producción donde puede ser bajo a lo que requiere la planta y que ocupe demasiado espacio.

La buena tecnología que en el extranjero usan seria lo más destacado de un equipo del exterior. A continuación en la figura 2.1 y 2.2 se muestran lavadoras de cilindros para GLP que se puede adquirir del exterior.



FIGURA 2.1 MAQUINA LAVADORA PARA CILINDROS



El nuevo sistema de lavado de botellas de Kosan Crisplant

FIGURA 2.2. SISTEMA DE LAVADO

b) Comprar equipo usado

Otro de los medios es la adquisición de un equipo usado; pero este tipo de posibilidad que puede adquirir una empresa pudiera estar originando con el tiempo problemas para ello debe ser analizada en todas sus partes de una manera minuciosa para deliberar si se realiza la compra.

Por otra parte, lo antes dicho sería en el caso de que en nuestro país halla este tipo de equipo (maquina de lavado para cilindros GLP).

En el caso de Riogas de Uruguay se puede dar esta posibilidad de que se obtenga para otra planta envasadora ya que allí si cuenta con este tipo de maquina y puede ser vendida usada pero previamente siguiendo las observaciones dicha anteriormente.

2.3.2 Diseñar y Construir equipo

Otra de las alternativas es la construcción del equipo de lavado para cilindros GLP; es una apertura para que otras plantas envasadoras dentro del país implementen este tipo de maquinaria y tengamos un cambio para la presentación del producto a vender. Para lograr esto hay que considerar diferentes parámetros tales como:

Las partes que constituyen la maquina sean adquiridas dentro de nuestro país para tener una facilidad en la obtención de repuestos y el factor económico de la empresa. Construir una maquinaria ofrece grandes ventajas que son:

- Adaptar a la necesidad que requiere la empresa; ocupando las instalaciones y espacio que establece.
- Desarrollo de la tecnología de nuestro país y así mismo debido a su partes constitutiva de la maquina que son encontradas dentro de nuestro país hace que tenga un bajo costos.
- Generar de empleo y fortalecer el sector de la construcción de maquinaria en el Ecuador.

Pero a su vez también hay ciertas desventajas una de ellas es el tiempo que se lleva para la construcción de cierta parte de la la maquina por la forma que se requiere.

Con lo anteriormente dado a conocer de las diferentes alternativas para la obtención del equipo de lavado la mejor opción seria la construcción de la maquina, dicha maquina con los parámetros de diseño a que debe estar sometida debe cumplir con todas las necesidades que requiere la empresa.

2.3.2.1 Sistema de Lavado con Cepillo

Este sistema consiste en realizar una limpieza total del cilindro; tanto del cuerpo como parte superior, que incluye asa y válvula; dejando lo mas limpio posible el cilindro en un tiempo determinado de acuerdo a la velocidad que se tenga en el envasado.

En la figura 2.3 se muestra un esquema de una lavadora de cilindros con cepillos.

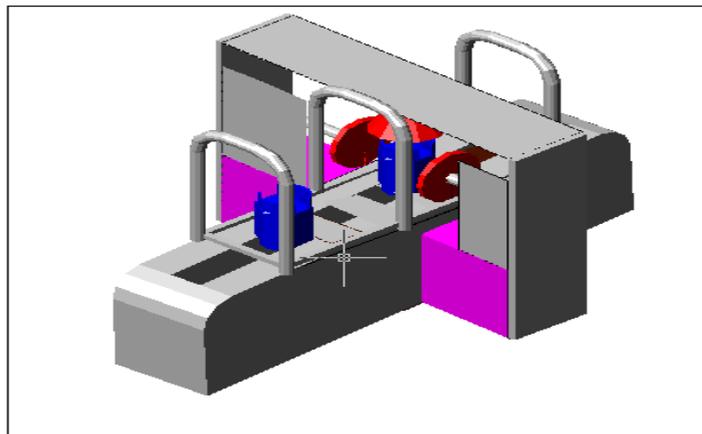


FIGURA 2.3. ESQUEMA DE UNA MAQUINA LAVADORA CON CEPILLOS

Para mayor practicidad que tiene este proceso en general, los cilindros deben estar en forma vertical y su traspaso o movimiento a través de la lavadora es realizada por un transportador.

En el caso que se traten de cilindros con residuos de grasas, se incluye el accionar de jabón o de agua jabonosa particularmente,

con un dispositivo que dosifica la mezcla el agua con jabón de acuerdo a las necesidades que se requieren.

Este sistema tiene dos fases de lavado: una en la que se jabona y limpia (restriegue) y otra en la que se enjuaga el cilindro. Este enjuague es directo, sin intervención de lo posible de la mano humana, teniendo un sistema de chorros o aspersores de agua que fluya agua directamente al cilindro.

Como para la limpieza se emplea agua, hay un sistema y proceso de reciclaje de agua, específicamente la del enjuague, volviéndose a recircular y utilizar en el lavado de los siguientes cilindros. En esta parte se toma en cuenta la filtración que se debe dar al agua recirculada.

El restregué es de un tiempo tal (en lo posible es rápida) y simultánea a la vez del todo el cuerpo. Para esto se usa unos cepillos de cerdas lo suficientemente resistente, pero que no dañan la pintura del cilindro. Teniendo dos tipos de cepillos para el lavado de los cilindros; unos de forma cilíndrica y lineal que es para el cuerpo y otro con aspecto de campana para la parte superior, limpiando por entre válvula y asa. Estos cepillos, en su accionar, son sincronizados para ocuparse de forma continua y

en un tiempo estimado de un cilindro a la vez, sin dar lugar a trabas o descoordinación entre uno y otro.

2.3.2.2 Sistema de Lavado en Túnel con Agua Caliente

Dentro del proceso de este sistema de lavado se empleara un agente tenso activo y filtro mecánico que se dará a conocer a continuación.

Agente tenso activo

Sustancia que es capaz de reducir la tensión superficial, que actúa disminuyendo la fuerza de adhesión de las partículas a una superficie.

Filtros Mecánicos

Este tipo de filtros actúa reteniendo la suciedad del agua al hacer circular esta a través de un material filtrante. Solo es capaz de limpiar del agua partículas hasta un determinado tamaño. Las partículas muy pequeñas pueden atravesarlo sin quedar retenidas, pero este tipo de partículas no influye en la "suciedad"

visible del agua. Existen materiales filtrantes con un tamaño de poro muy fino, capaces de retener partículas de hasta 0,01 mm.

Túnel con agua Caliente

Este sistema consiste en lavar con agua caliente y detergente haciendo pasar los cilindros por el interior del túnel a través de un transportador para quitar cualquier tipo de suciedades y grasas de los cilindros, realizando un lavado profundo gracias a la mejor colocación de las toberas y rotación de los cilindros, estos se secan inmediatamente después del lavado debido a un agente tenso activo y el eficiente purga de agua.

Esta máquina se caracteriza por el mínimo consumo de agua por la recirculación del agua y la mejor purga de agua, reducción de acción corrosiva en la superficie de los cilindros con una fácil limpieza de los filtros para la purificación del agua por su adecuada colocación están de fácil acceso y pueden limpiarse fácil y rápidamente.

Entre las posibilidades de este sistema es los varios procesos que se pueden hacer, los tanques de agua tienen elementos calefactores integrados asegurando que el agua jabonosa tenga la correcta temperatura y a su vez con filtros. Tiene diferentes secciones como la de lavado, enjuague y purga de agua para

purgar el exceso de agua de los cilindros. En la figura 2.4 se muestra un esquema de un túnel para lavado de cilindros GLP.

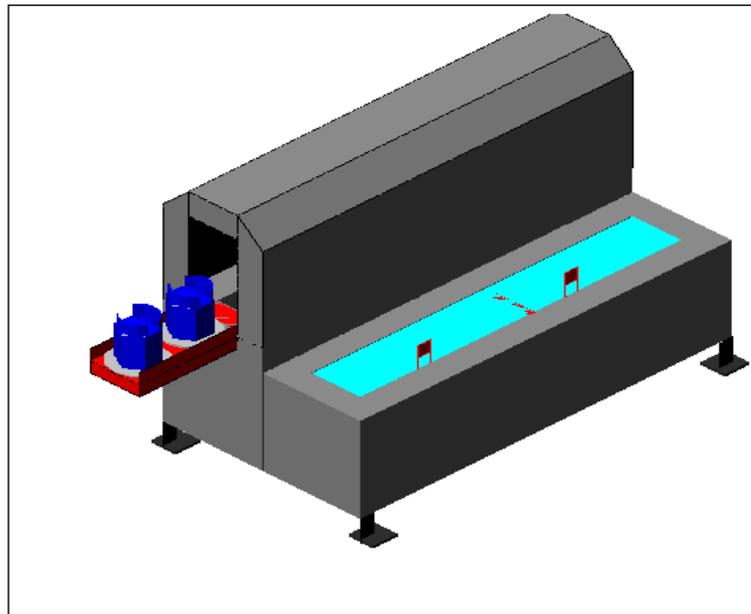


FIGURA 2.4. ESQUEMA DE UN TÚNEL PARA LAVADO DE CILINDROS GLP

En base a las observaciones, consideraciones y el proceso de estos dos sistemas de lavados se procede a realizar una matriz de decisión para dar a conocer la mejor alternativa.

TABLA 2.1

MATRIZ DE DECISIÓN PARA SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

MATRIZ DE DECISIÓN				
Objetivos	1°	2°	3°	
	Acceso a repuestos	Adaptabilidad al área a ser Instalado	Inversión	Satisfacción de objetivos total
Valores:(wi)	0.2	0.1	0.3	$\Sigma(Wi.Xi/Wi)$
Alternativas				
Comprar Equipo del exterior	60%	50%	70%	63%
Diseñar y Construir Equipo	80%	70%	80%	78%

Analizando la matriz de decisión vamos a obtener que la mejor alternativa es el sistema de lavado en túnel con agua caliente con un 78% es la mas optima en este caso.

CAPITULO 3

3. DISEÑO DE UN TÚNEL PARA LAVADO DE CILINDROS

3.1 Diseño de Forma

El diseño de forma se basara en la observación de sistemas de lavados que se encuentran en la industria tales como lavadoras de cajas plásticas, botellas para gaseosas, bidones 20 litros para agua, también lavadoras de vehículos, lavadoras de cilindros del exterior teniendo estas excelente desempeño y de eviscerador automático para aves. A continuación se muestra en la figura 3.1 el diseño de forma del equipo.

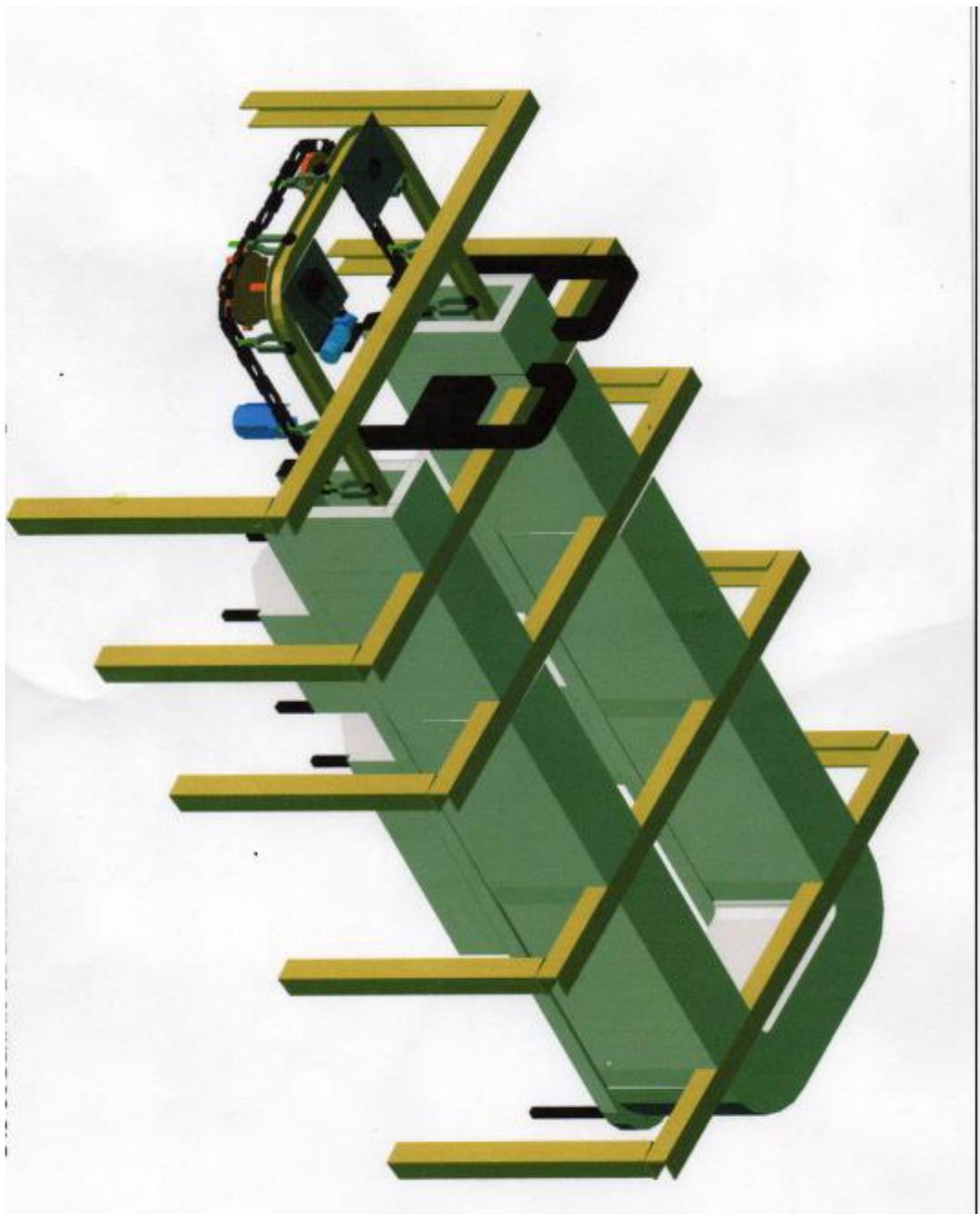


FIGURA 3.1. DISEÑO DE FORMA DEL TUNEL PARA LAVADO EXTERIOR DE CILINDROS GLP

Este equipo esta compuesto de lo siguiente:

Transportador aéreo que permitirá llevar los cilindros desde que son colocado en ganchos a la entrada hasta que son retirados a la salida. Sus diferentes etapas tales como prelavado, lavado, enjuague y secado.

Este equipo debe estar diseño bajo las Normas:

Norma EN 50014(Norma Europea) muestra la representación esquemática para el tipo constructivo de material eléctrico destinado a atmósferas explosivas.

Norma IEC (Comisión de Electrotecnia Internacional) utiliza el sistema de Clase y División I. Las Clases identifican el riesgo presente como: Gases o vapores, polvo combustible y fibras inflamables. Divisiones definen la condición normal o anormal en la cual el material de riesgo puede estar presente. El sistema de Lavado debe estar diseñado para uso en zonas de peligro con clasificación Zona 1 de acuerdo a la norma IEC.

Norma NEC (Código Eléctrico Nacional) art. 500 (trata de la instalación eléctrica de equipos en áreas explosiva).

Norma de la Directiva Atmósferas Explosivas (ATEX) 94/9/EC (equipos y sistemas de protección de uso en atmósfera potencialmente explosiva ver apéndice A). A continuación se realizarán los cálculos para dimensionar el equipo de lavado.

3.2 Dimensionamiento del Túnel

Longitud del Túnel

Primeramente se determina la longitud del túnel de acuerdo a las especificaciones del proyecto y de esta manera diseñar parte de los componentes del equipo de lavado.

Uno de los requerimientos del equipo es lavar cierto porcentaje de cilindros en cierto tiempo; para lo cual se debe de calcular la velocidad del sistema de transportación y por ende el número de revoluciones que tendrá el engrane. Para ello se deberá de tomar en cuenta la producción diaria de cilindros en la planta envasadora. Actualmente la producción promedio es de 4800 a 5000 cilindros envasados diarios. Debido a que se va realizar la modernización del sistema de llenado para el aumento de la producción se hará el cálculo para el doble de la producción ósea 9600 cilindros envasados diarios.

En base a la producción de 9600 cilindros envasados se calcula la cantidad de cilindros que se deben lavar por minuto. Previamente se

considera uno de los requerimientos de la empresa que el 50 % de la producción deberán tener mantenimiento y principalmente los cilindros más dañados y sucios. Esto se debe dar en la jornada de trabajo que son de 10 horas y debido a las paralizaciones que suelen ocurrir se tendrá la jornada efectiva de 8 horas. Como parte del mantenimiento existen los trabajos tales como: Cambio de válvulas, enderezada de casquetes, limpieza y pintura aproximadamente se le realizara al 15 % de los que ingresan al mantenimiento; el resto que es el 85 % se les realizara el lavado para que estos lleguen limpios para la venta y halla una satisfacción del cliente, esta parte del proceso de mantenimiento como requerimiento de la empresa se deberá hacer en 5 horas efectivas de trabajo.

Con todo esto se calcula los cilindros que van a ser llevados a la sección de lavado:

El 85 % del 50 % de la producción será 4080 cilindros entonces con este dato se procede a realizar los respectivos cálculos para obtener los cilindros que se deben de lavar por minuto, se tiene entonces lo siguiente:

$4080 \text{ cilindros} / \text{ día} \times 1 \text{ día} / 5 \text{ horas} = 816 \text{ cilindros/hora}$

816 cilindros / hora x 1 hora / 60 minutos=13 cilindros/minuto

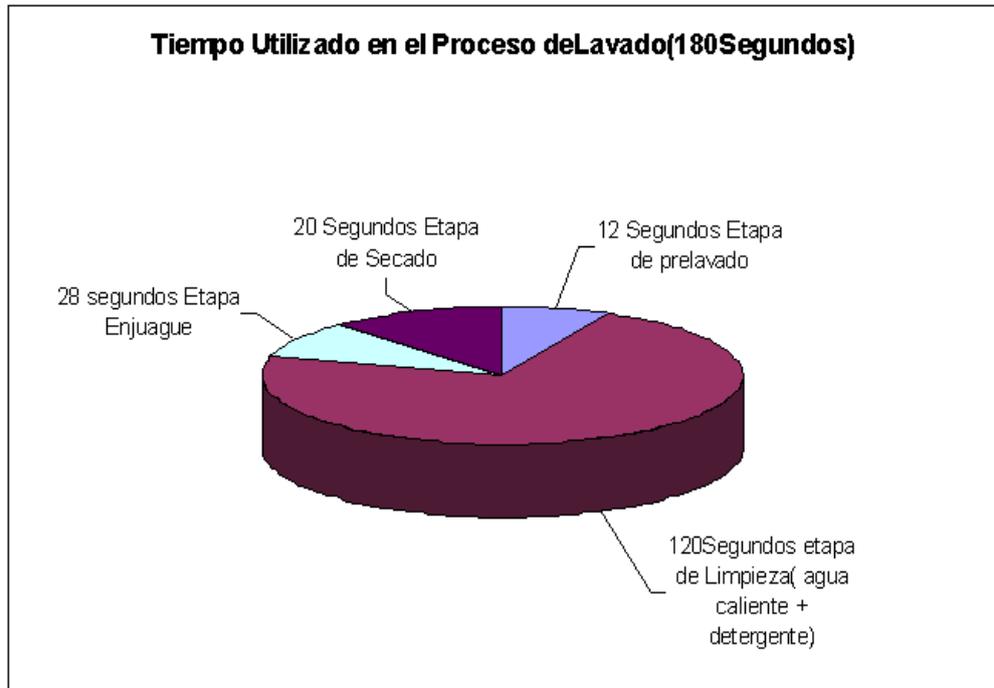


FIGURA 3.2. DIAGRAMA DE TIEMPOS DE LAS ETAPAS DE LAVADO

El proceso incluye cierto tiempo para lograr una adecuada limpieza en cada sección del sistema de lavado tal como se muestra en la figura 3.1. El tiempo a utilizar es de 3 minutos en el ingreso de un cilindro en el túnel hasta que salga del mismo, tal tiempo es la suma de cada paso del cilindro en las diferentes secciones de lavado (en la figura 3.1 se muestra el tiempo por cada sección de lavado). El tiempo de lavado va ser de 2 minutos; tal tiempo requiere el detergente mas el agua caliente para lograr diluir todo tipo de suciedad sin necesidad de restriegue.

Tomando en cuenta estas consideraciones se va a determinar la longitud del túnel de la siguiente manera. Primeramente se toman las dimensiones de un cilindro de 15 Kg. y estas medidas son las que se muestra en la figura 3.2.

- Diámetro del tanque.
- Altura del cuerpo del tanque.
- Altura del asa.
- Altura del casquete.

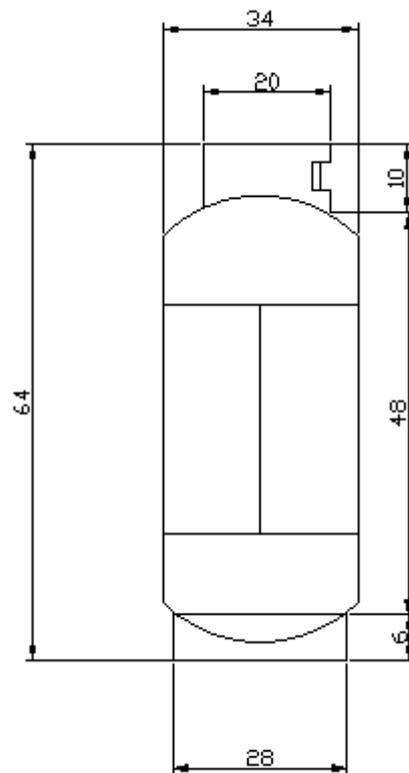


FIGURA 3.3. DIMENSIONES DEL CILINDRO GLP

Con estos datos se procede a determinar la separación que hay entre cilindros, esta distancia va ser igual a 17 cm. Este valor es asumido, Entonces al considerar el lavado de tantos cilindros por minuto se va considera la distancia de separación entre estos:

- Diámetro del cilindro =34 cm.
- Separación entre cilindros= 17 cm.

Por lo tanto, periódicamente deben salir del túnel en cierto tiempo 51cm de recorrido de la cadena del transportador aéreo que es la suma de las dos dimensiones expuesta anteriormente.

Luego, con estas dimensiones se realiza el cálculo de la longitud del túnel que se detalla de la siguiente forma:

Del túnel debe salir 13 cilindros/ minuto como se requiere 3 minutos de recorrido de un cilindro dentro del túnel entonces tendrá que salir 39 cilindros por cada 3 minutos. Esto quiere decir que la longitud será para que estén dentro del túnel 39 cilindros más la separación entre estos.

➤ **Calculo de la longitud**

$$39 \times 34 \text{ cm.} + 39 \times 17 \text{ cm.} = 1989 \text{ cm.} \times 1 \text{ m}/100 \text{ cm.} = 19.89 \text{ m}$$

La longitud del túnel va ser 20 m para llegar a satisfacer los requerimientos expuestos anteriormente.

Una vez determinada la longitud se va a diseñar el transportador y a su vez conjuntamente el alto y ancho del túnel.

➤ **Diseño del transportador aéreo**

El transportador aéreo consta de las siguientes partes que a su vez deben ser diseñadas:

- a) Perfil guía
- b) Estructura para soportar el perfil guía y las cargas que soporta.
- c) Motorreductor.
- d) Engrane.
- e) Soportes, cadenas, ganchos y rodamientos de goma.

El diseño del perfil guía y de los pórticos será por el método Diseño Factor de Carga y Resistencia (LRFD) el cual combina resistencia ultima del material y servicividad (vibraciones, deflexiones), donde se debe cumplir:

Cargas aplicadas \leq Resistencia nominal del material

Considerando lo anterior se procede a diseñar, primeramente se determina las cargas que va soportar y estas son:

Peso de Pernos, tuercas, arandelas, soportes, rodamientos de goma, ganchos, cadenas y cilindros que en total suma 25 Kg. convirtiéndolo a fuerza sería 245N.

El perfil va estar soportado por unos pórticos que van estar separados a 7 pies y estos a su vez soldados al perfil guía. Para seleccionar el perfil guía, se va analizar cierta parte de este como una viga simplemente apoyada y de esta manera si soporta esta parte que va ser analizada soportara todo el perfil. Esta parte del perfil será la longitud de 7 pies ósea la distancia entre apoyos, se va considerar lo siguiente en el diseño:

- Se asume como viga simplemente apoyada a cierta parte del perfil.
- Se diseñara en el momento que la viga soporte contenga la máxima carga.
- Considerar cargas adicionales denominadas cargas de impacto.

Las especificaciones AISC establecen que al menos que se indique lo contrario las cargas vivas deberán incrementarse en un cierto

porcentaje para considerar las cargas de impacto, algunos de estos porcentajes se muestran en la tabla 3.1 y estos son:

TABLA 3.1
PORCENTAJE PARA CARGAS DE IMPACTO

Para soportar elevadores	100%
Para colgantes de soporte de pisos y balcones	50%
Para maquina de movimiento alternativo o unidades de potencia	33%
Para soporte de maquinarias ligeras, impulso de ejes o motor	20%

En el caso del diseño se escoge el 20 % para el incremento de la carga viva, debido a que la carga se moverá a bajas velocidades entonces se tiene:

$$\text{El } 20 \% \text{ de } 245\text{N}=49\text{N}$$

Carga viva total considerando la carga de impacto=245+49 = 294N.

Esta carga se convierte a Kip y luego a carga factorada.

$$294 \text{ N} \times 2.248 \times 10^{-4} \text{ kip / 1N} = 0.066 \text{ kips}$$

$$P_u = 1.6 \text{ (CV)}$$

ecuación (1)

Siendo:

CV= Carga viva

P_u = Carga factorada

$$P_u = 1.6 (0.066) = 0.106 \text{ kips (471,5 6N)}.$$

Ahora, se procede a diseñar para la mayor carga que soportara la viga en cierto instante de tiempo, en este caso seria cuando tenga la viga contenga 4 cilindros GLP.

Primeramente se asume a la viga sin peso y se debe diseñar para que soporte cortante, momento y deflexión máxima.

Momento

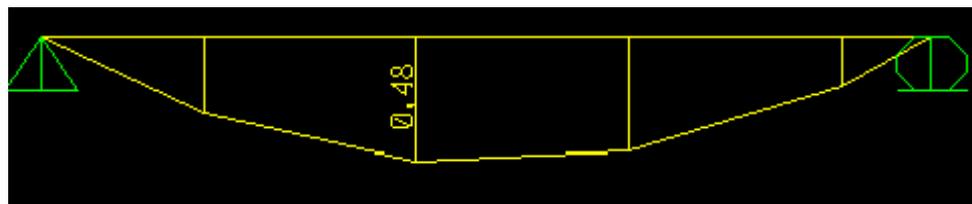


FIGURA 3.4. DIAGRAMA DE MOMENTO

Del diagrama de momento de la figura 3.3 se toma el momento máximo este a su vez es 0.48 Kip-ft (650,8N-m); con este dato y la

longitud entre apoyos se debe ir a la gráfica del apéndice G. El perfil debe cumplir con la condición siguiente de diseño:

$$M_u \leq \Phi_b M_n \quad \text{ecuación (2)}$$

Se procede a Seleccionar el Perfil HEB 100 uno de los perfiles que se venden en nuestro país ,el diseño se basara con las características similares de este perfil en este caso un M4x13 del manual de diseño de estructuras de la tabla del apéndice G ;donde $\Phi_b M_p = 16.6$ Kip-ft entonces:

$$0.48 \leq 16.6$$

Satisfaciendo $M_u \leq \Phi_b M_n$ ahora se procede a sumarle el peso propio de la viga. Este peso será 0.013 Kip /ft (189,7N/m), este valor hay que convertir a carga factorada :

$$W_u = 1.2 (0.013) = 0.0156 \text{ Kip/ft (227,7N/m)}$$

Se realiza el diagrama de momento que esta en la figura 3.4 y se escoge el máximo y este se suma al anterior para ver si cumple con la condición de diseño de momento.

$$M_{ut} = M_{u1} + M_{u2} \quad \text{ecuación (3)}$$

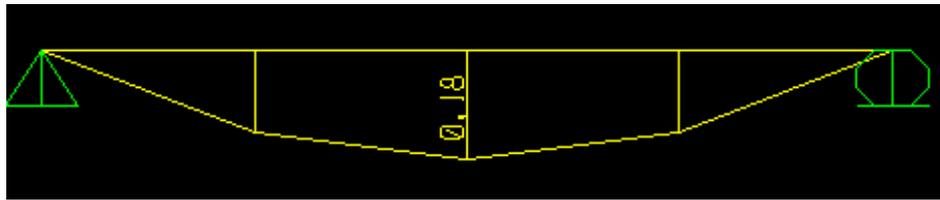


FIGURA 3.5. DIAGRAMA DE MOMENTO DEL PERFIL

$$M_{ut} = 0.48 + 0.18 = 0.66 \text{ Kip-ft (894,8N-m)}$$

$$0.66 \leq 16.6$$

También satisface la condición de diseño $M_u \leq \Phi_b M_n$, se debe diseñar para cortante.

Cortante

De la misma manera que en caso anterior se debe satisfacer la condición de diseño:

$$V_u \leq \Phi_v V_n \quad \text{ecuación (4)}$$

Se suma la máxima fuerza cortante de las figuras 3.5 y 3.6

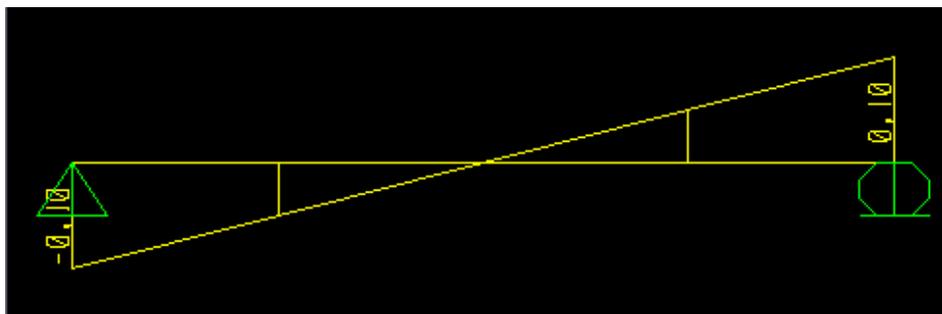


FIGURA 3.6. DIAGRAMA DE CORTANTE

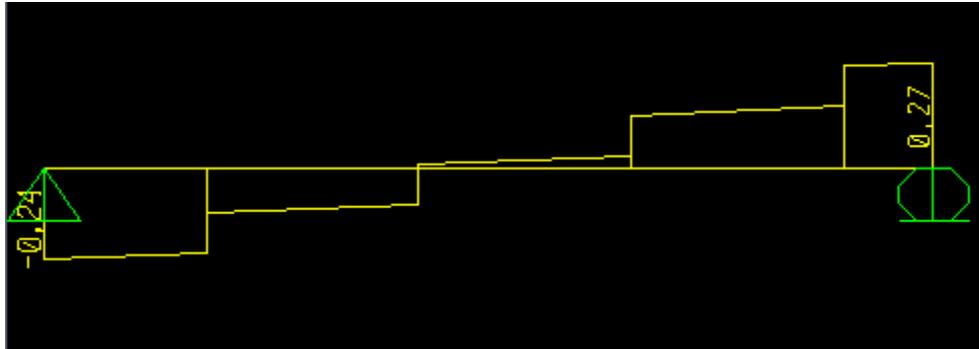


FIGURA 3.7. DIAGRAMA DE CORTANTE PARA EL PESO TOTAL

$$Vu1 + Vu2 = 0.27 + 0.10 = 0.37 \text{ Kip (1645,8N)}$$

Con HEB100 de la gráfica del apéndice G ; se determina el valor de ΦVn siendo este 19.8 Kip entonces:

$$0.37 \leq 19.8$$

Cumple con la condición de diseño de la ecuación (4)

Deflexión

En este caso se usara el máximo momento de la carga de viva de servicio no factorada de la viga considerando el propio peso (figura 3.7).



FIGURA 3.8. DIAGRAMA DE CORTANTE PARA CARGA DE SERVICIO

La viga debe cumplir con la siguiente relación:

$$\Delta \leq L/360 \quad \text{ecuación (5)}$$

La máxima deflexión vertical puede ser calculada usando la siguiente formula:

$$\Delta = M L^2 / C1 I_x \quad \text{ecuación (6)}$$

Donde el valor C1 es obtenido de la figura del apéndice G se calcula la máxima deflexión:

$$\Delta = (0.46)(7)^2 / (169)(11.3)$$

$$\Delta = 0.012 \text{ pulgadas}$$

a) Se compara la relación de diseño para deflexión

$$\Delta \leq L/360$$

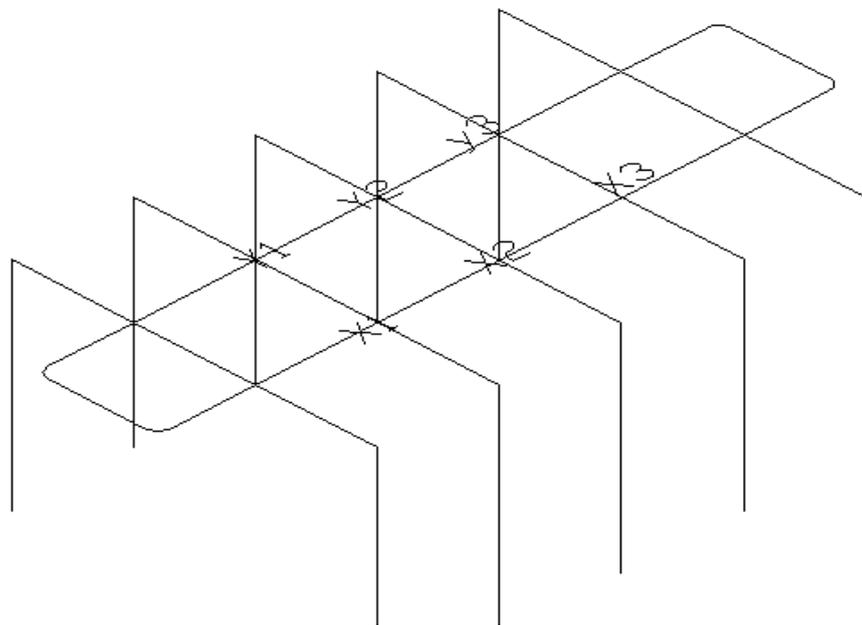
$$0.012 \leq 7/360$$

$$0.012 \leq 0.019$$

Cumple con la condición de diseño de deflexión, momento y cortante el perfil HEB100 para ser usado en el transportador aéreo como guía del trolley.

b) Diseño de la Estructura de Soporte para el Perfil Guía y las Carga que Soporta.

Esta estructura estará compuesta por pórticos separados a 7 ft de distancia, cada pórtico estará soportado por columnas y soporta el perfil con sus cargas en los apoyos (X,Y) y así sucesivamente. Primeramente se calcula las reacciones cuando contenga la máxima carga , para el análisis se considera dos tramos X1 hasta



X2 y X2 hasta X3 de la figura 3.8

FIGURA 3.9. PUNTOS X,Y EN LOS PÓRTICOS

Primeramente se determina las reacciones; principalmente en el apoyo del centro entre X1 Y X3 de la figura 18, cuando contenga la máxima carga y esta a su vez va ser la fuerza en el punto X2 que se aplicara al pórtico y será la misma para Y2. En la figura 3.9 se muestra el valor de la reacción esta es:

$$R_{X2} = 0.59 \text{ Kip (2624,5N)}$$

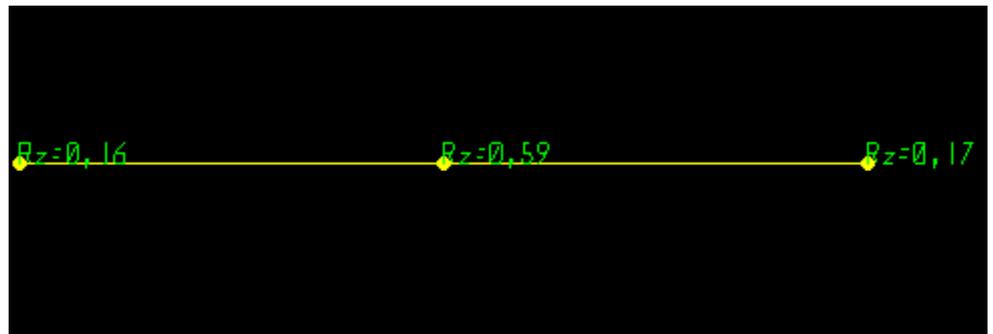


FIGURA 3.10. DETERMINACIÓN DE LAS REACCIONES

Esta reacción va ser la misma en el punto Y2, entonces se diseña el pórtico con las fuerzas en los puntos (X2,Y2) estos valores son iguales (0.59 Kip). A esta carga se le suma el 20 % para considerar la carga de impacto y se convierte a carga factorada este valor en conjunto va ser:

$$0.59 \times 20\% = 0.12 \text{ Kip}$$

Carga total = $0.12 + 0.59 = 0.71 \text{kip}$ (3158N)

$P_u = 1.6 \times (0.71)$

$P_u = 1.14 \text{ Kip}$ (5071N)

Una vez analizado las anteriores consideraciones se a realiza el diseño del pórtico con aplicación del programa Sap 2000 aplicando el método LRFD.

Primeramente se debe asegurar de trabajar con las unidades correspondientes en este caso Kip-ft, el botón que lo activa se encuentra en el extremo inferior derecho de la pantalla de Sap 2000 .

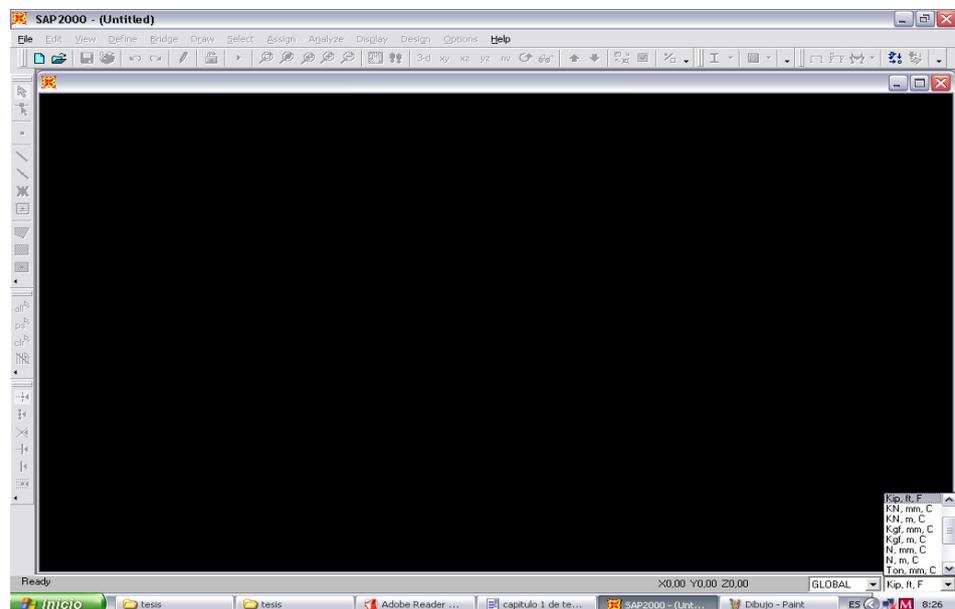


FIGURA 3.11. BARRA DE MENÚ Y HERRAMIENTAS

Generación Automática del Pórtico Tridimensional

Para abrir un modelo se sigue la siguiente secuencia

File + New Modelo from Template...

Tal como se muestra en la figura 3.11

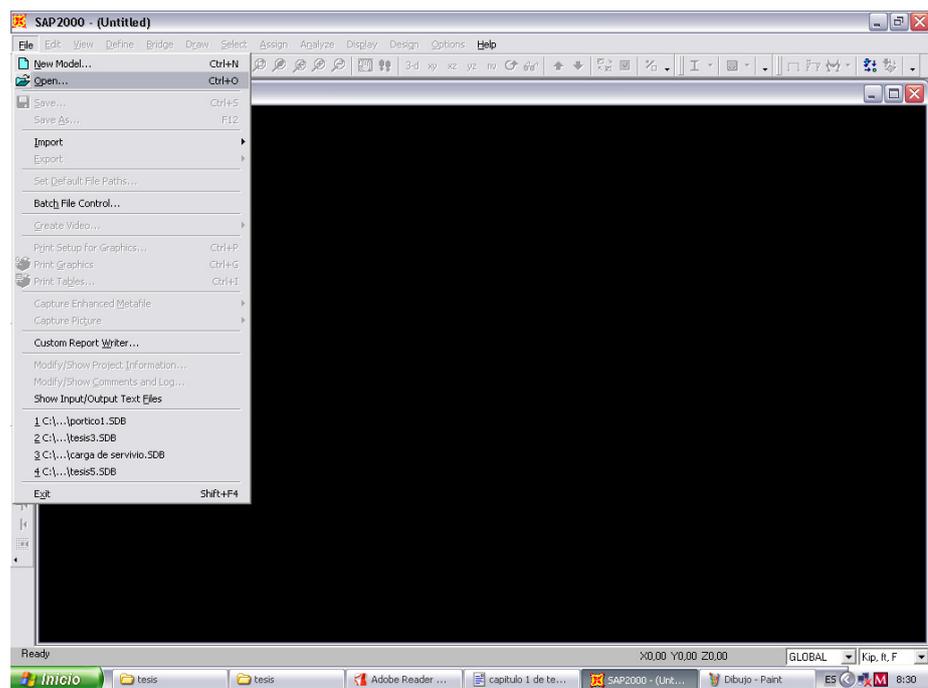


FIGURA 3.12. CUADRO DE SECUENCIA DE COMANDOS

Después de la secuencia anterior. Se selecciona el modelo que se encuentra en la ventana Model Templates . Se da clic en el modelo que esta en la columna 1, fila 2.

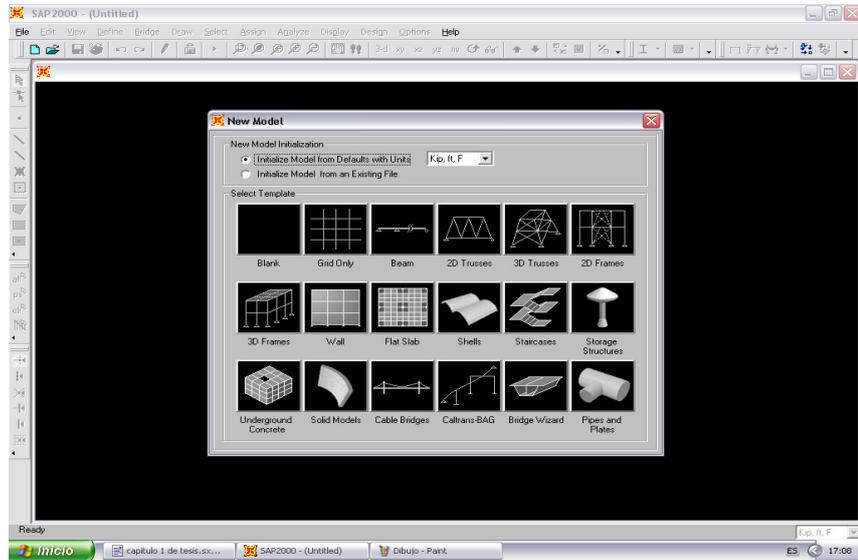


FIGURA 3.13 CUADRO DE MODELOS PARA DISEÑAR

El modelo tridimensional a ser analizado se muestra en la figura 3.13

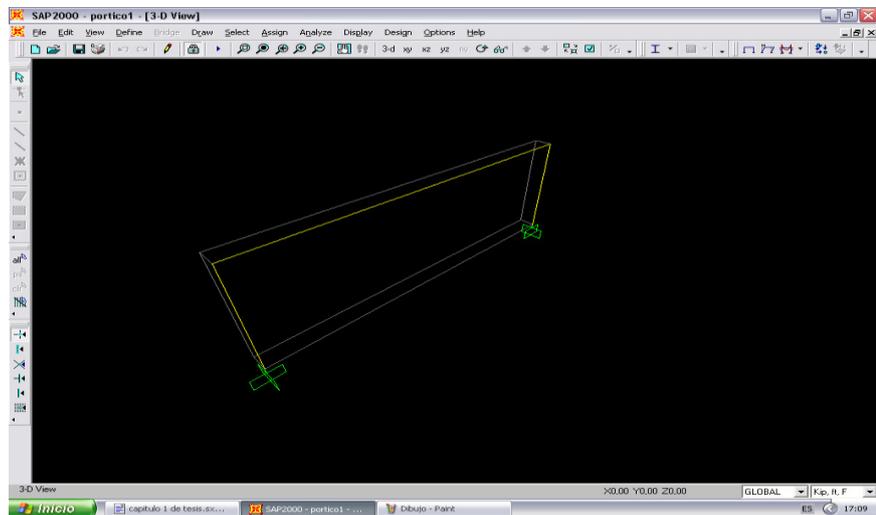


FIGURA 3.14. PÓRTICO TRIDIMENSIONAL DE LA ESTRUCTURA DEL TRANSPORTADOR AÉREO PARA SER ANALIZADO CON EL PROGRAMA SAP 2000

Para colocar los empotramientos en la parte inferior de las columnas se debe marcar todas las partes inferior.



Se debe dar clic en el botón del cuadro de restricciones que se muestra en la figura 3.14

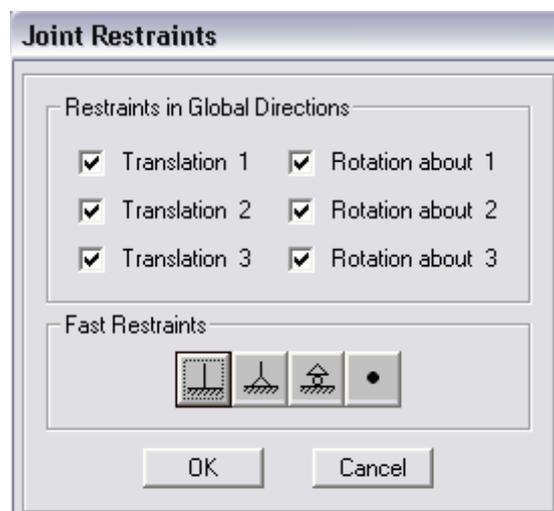


FIGURA 3.15. CUADRO DE RESTRICCIONES

Una vez realizado lo anterior se procede a ingresar los datos del material que se va trabajar en este caso acero estructural A36

Material Property Data

Material Name

Type of Material
 Isotropic Orthotropic Anisotropic

Analysis Property Data

Mass per unit Volume	<input type="text" value="7,345E-07"/>
Weight per unit Volume	<input type="text" value="2,836E-04"/>
Modulus of Elasticity	<input type="text" value="29000."/>
Poisson's Ratio	<input type="text" value="0,3"/>
Coeff of Thermal Expansion	<input type="text" value="6,500E-06"/>
Shear Modulus	<input type="text" value="11153,846"/>

Design Property Data (AISC-LRFD93)

Minimum Yield Stress, Fy	<input type="text" value="36."/>
Minimum Tensile Stress, Fu	<input type="text" value="58."/>

Display Color
Color 

Type of Design
Design

Advanced Material Property Data

FIGURA 3.16. DATOS DEL ACERO ESTRUCTURAL A36

Luego, se debe definir las secciones, donde se va escoger los perfiles que tendrán las vigas y las columnas donde se procede a seleccionarlos del recuadro que se muestra en las figuras 3.16 y 3.17

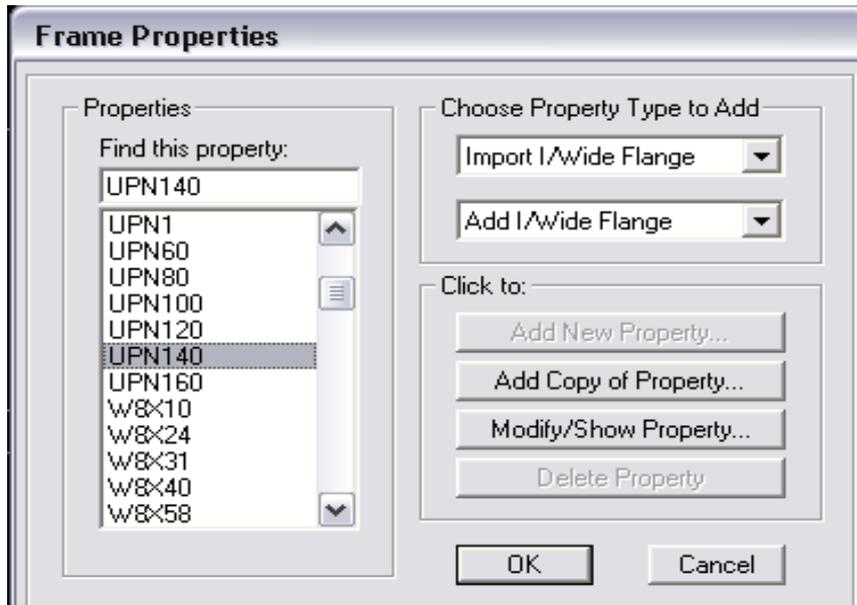


FIGURA 3.17. SELECCIÓN DEL PERFIL UPN140 PARA LA VIGA DEL PÓRICO

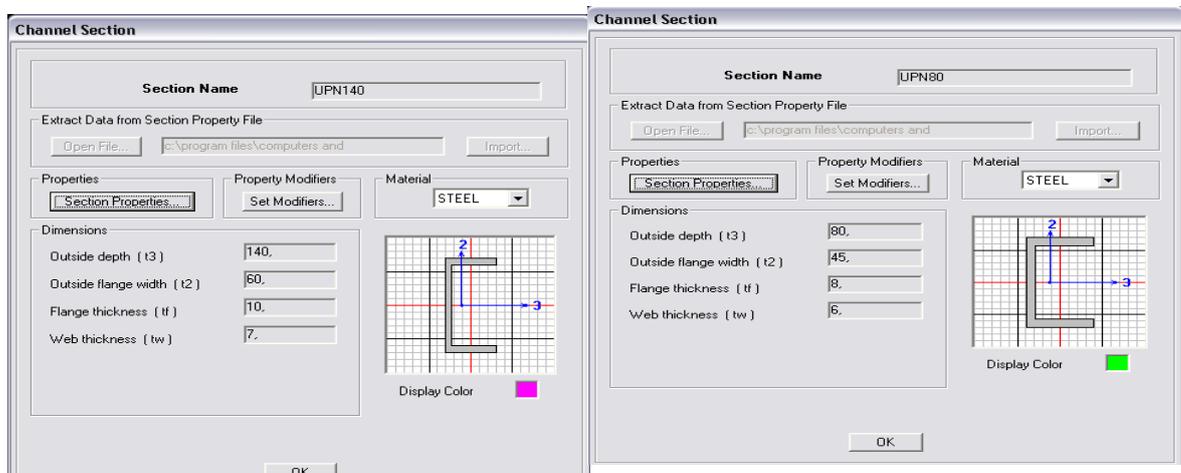


FIGURA 3.18. SELECCIÓN DEL PERFIL UPN80 Y UPN140 PARA LAS VIGAS Y COLUMNAS DEL PÓRICO.

En la figura 3.18 se puede observar a la estructura tridimensional con sus secciones asignadas

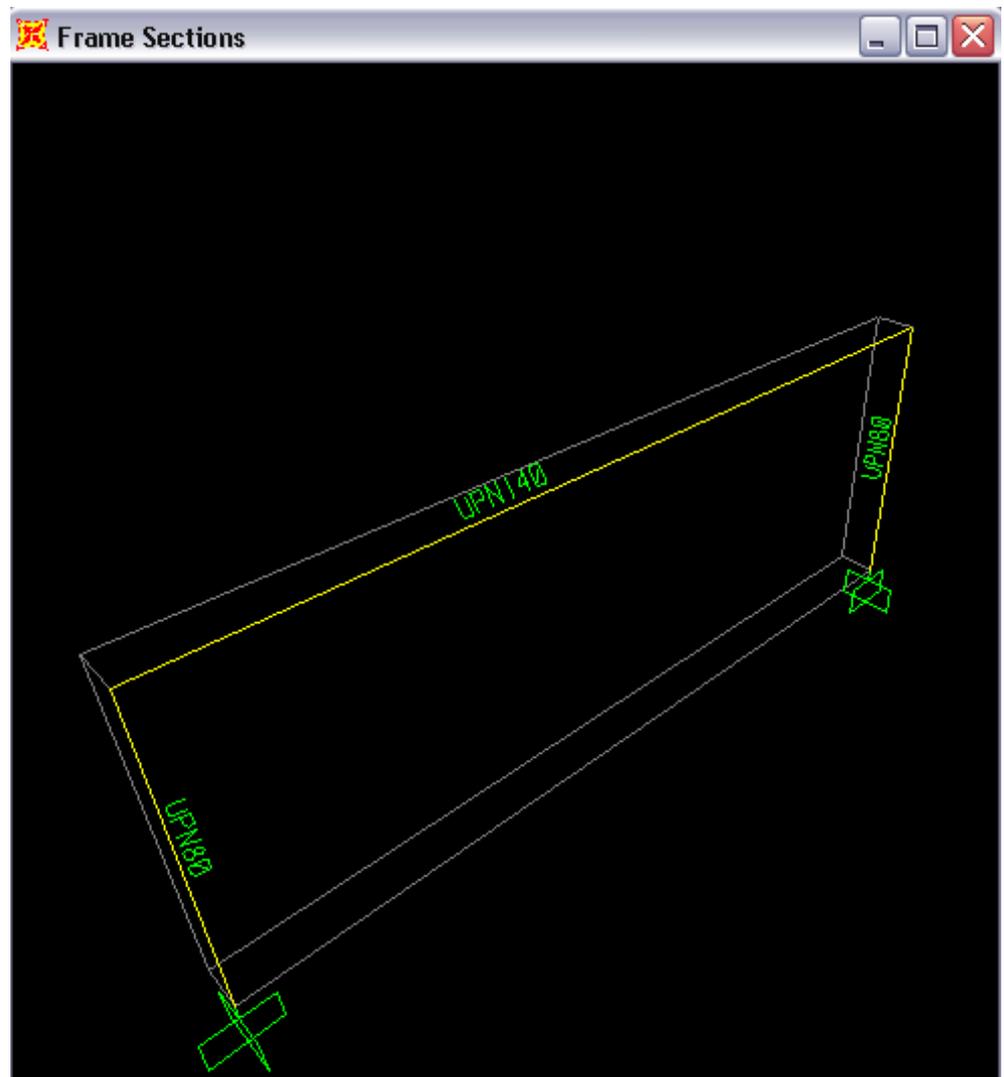


FIGURA 3.19. SECCIONES ASIGNADAS AL MODELO ESTRUCTURAL

A continuación se muestra la distribución de cargas que tendrá el pórtico pero en este caso, se va analizar un pórtico. Las cargas vivas son puntuales y estas se tienen para el otro pórtico igualmente.

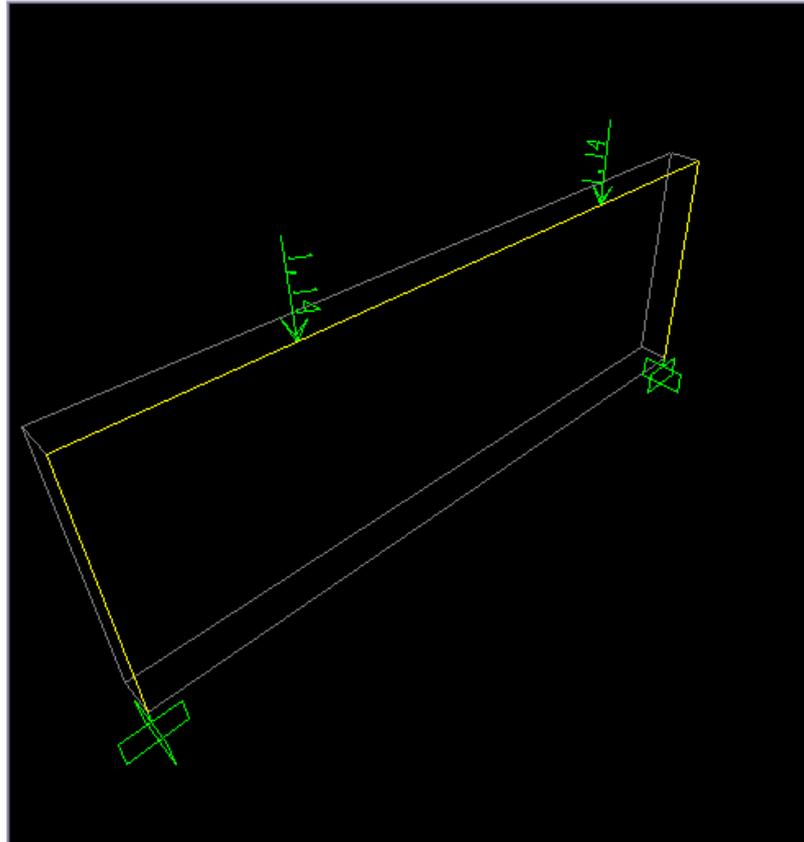


FIGURA 3.20. MODELO TRIDIMENSIONAL DEL PÓRTICO CON LAS CARGAS APLICADAS

Después se realiza la combinación de carga tanto la carga viva aplicada como la carga muerta que es propio peso del pórtico.

Finalizando las secuencias anteriores, el programa nos pide guardar el modelo una vez guardado el modelo estamos en condiciones de obtener momentos, reacciones, desplazamientos, cortante, etc. Previamente después de haber realizado el análisis que se muestra en la figura 3.20

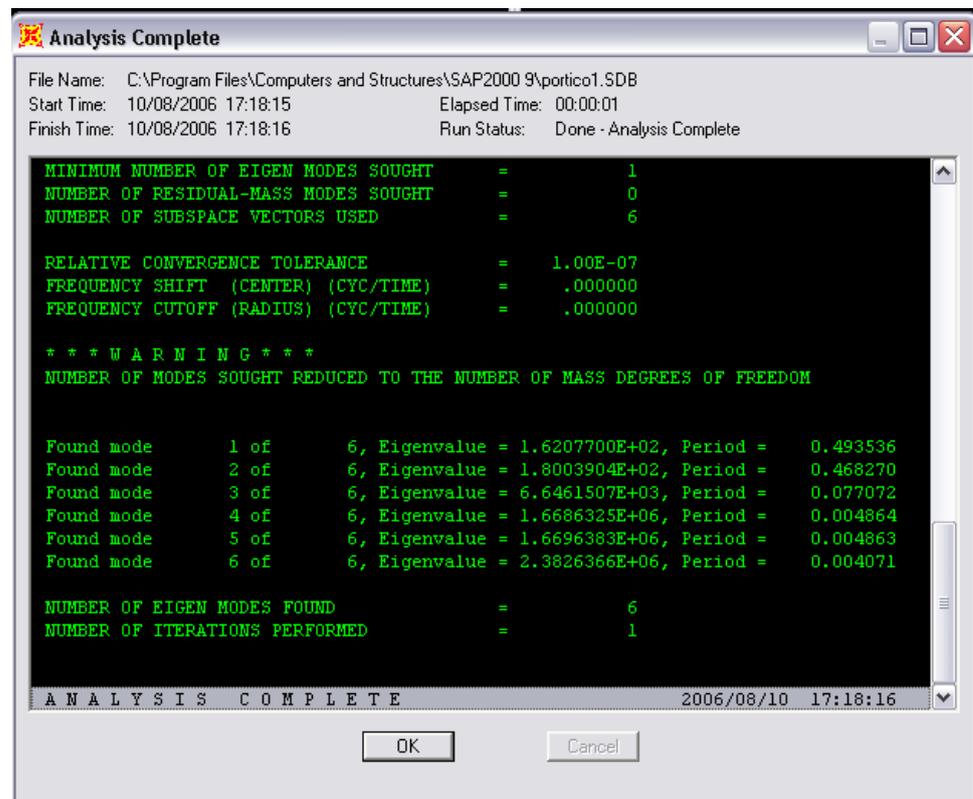


FIGURA 3.21. CUADRO DEL ANÁLISIS COMPLETO

Una vez realizado el análisis se procede a diseñar el pórtico dando clic en el botón:

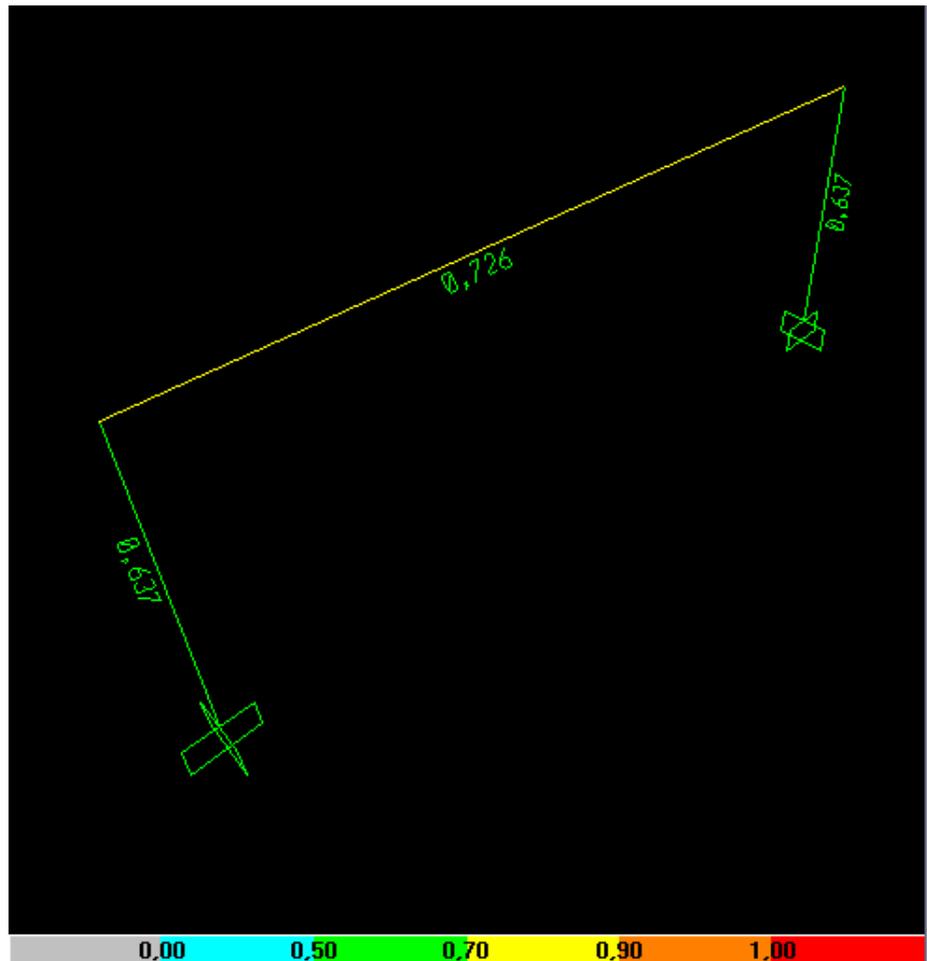


FIGURA 3.22. DISEÑO DEL PÓRTICO

Donde trabaja perfectamente el pórtico al realizar el diseño, tal como se muestra en la figura 3.21 ;debido a que adquiere un color verde de

la franja de colores, donde es un color aceptable con valor 0.5 a 0.7 < 1 color rojo.

Una vez diseñado el pórtico con sus dos columnas UPN80 y la viga de este UPN140 se procede a diseñar la soldadura que unirá al pórtico del perfil guía.

Diseño de la soldadura

El diseño de la soldadura se lo va realizar mediante el proceso SMAW (Submerged arc Welding) usando Electrodo E 70 para perfiles A36 donde se aplica el principio de la siguiente relación:

$$P_u \leq \Phi R_n \quad \text{ecuación (7)}$$

Donde:

P_u = Carga de diseño

R_n = Resistencia de diseño de la soldadura

Φ = Factor de resistencia

$$R_n = F_w A_{ef} \quad \text{ecuación (8)}$$

Donde:

F_w = Fuerza nominal del material del electrodo de soldadura (Ksi)

A_{ef} =Área efectiva

$F_w = 0.6 F_E$;

Donde $\Phi=0.75$ factor de diseño que se escoge de la tabla del apéndice H

F_E = Fuerza del metal de soldadura(Ksi)

$F_E = E70$

$F_w = 0.6(70)$ y $A_{ef} = 0.707 a L$

Siendo:

L =Longitud de soldadura

a =Mínimo tamaño de filete de soldadura; que se lo encuentra en la tabla del apéndice H

Entonces.

$P_u \leq 0.75 (F_w)(A_{ef})$

$P_u \leq 0.75(0.6)(70)(0.707)(a)(L)$

$P_u = 1.14$ Kip carga factorada que se dan en la Unión del pórtico y perfil.

$1.14 \leq 22.3(a)(L)$

$L = 7.87$ pulgadas y $a = 3/16$ pulgadas para materiales de espesor entre $1/4$ y $1/2$ pulgadas y debido a que la UPN140 tiene $t_f = 5/16$ pulgadas. Se procedió a seleccionar el valor de a anteriormente citado; con estos datos se procede a realizar el cálculo y la comparación de la relación de diseño.

$$1.14 \leq 22.3(5/16)(7.87)$$

$$1.14 \leq 55$$

Por lo tanto la carga de diseño es menor que la resistencia de diseño de la soldadura y de esta manera en la unión del pórtico y el perfil va trabajar de la mejor manera.

c) Selección del Engrane

Primeramente se selecciona la cadena a usar en el transportador aéreo para luego proceder a seleccionar el engrane. La cadena a usar va ser como se muestra en la figura 3.22, con paso de 50.8 mm seleccionado de la tabla 3.2 y las medidas de trolley.

**TABLA 3.2
MEDIDAS DE CADENA Y TROLLEY**

CADENA							TROLLEY		
A	B	C	D	E	Carga de Rotura	Peso por Metro	F	G	H
50,8	12	19	6,5	4,7	3000	1,5 kg	80	100	19
101,2	20	38	15	4,7	3000	4 kg	100	140	37
101,2	20	38	15	6,35	6000	6 kg	100	140	37

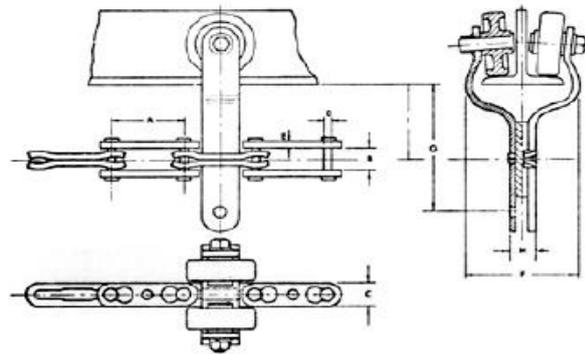
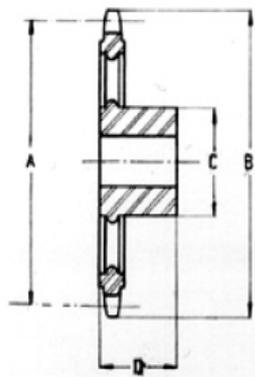


FIGURA 3.23. SISTEMA CADENA- TROLLEY

Seleccionada la cadena se procede a seleccionar el rodamiento en este caso; se usara rodamientos cubierto de goma para evitar el ruido en el movimiento de la carga. Los rodamientos a usar son RCSMB17/65-FA106 con diámetro interior de 17 mm , por que se va usar pernos de 12,7 mm de diámetro dejando 4.3 mm de holgura entre el perno y el rodamiento. Las otras medidas del rodamiento están en el apéndice L. También se selecciona los ganchos que se encuentran en el apéndice K.

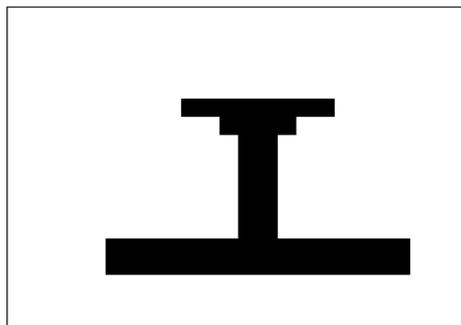
Seleccionada la cadena, ganchos, trolley y rodamiento. A continuación se va mostrar las diferentes medidas de engranes. Seleccionando uno con diámetro de 420 mm. y 12 dientes para un paso de 50.8 mm.

**TABLA 3.3
MEDIDAS DEL ENGRANE**



ENGRANAJES					
Paso	Dientes	A	B	C	D
50,8	12	392,4	420	100	85
101,4	13	844	873	120	90
101,4	14	907,1	939	120	90
101,4	16	1041	1071	120	90

El transportador aéreo debe tener cuatro esquinas con radio de curvatura de 0.21m, en una de las esquinas va el engrane anteriormente seleccionado y en las otras tres esquinas debe tener 3 discos con las mismas dimensiones del engrane a diferencia que estos van a ser sólidos para que la cadena realice la curvatura del transportador aéreo. El soporte brida y las dimensiones del eje motriz serán los mismos para los discos en cada esquina del transportador tal como se muestra en la figura 3.23.



**FIGURA 3.24. DISCOS EN LA ESQUINAS DEL TRANSPORTADOR
AÉREO**

d) Selección del Motorreductor

Para seleccionar el motorreductor se tiene que calcular el torque que necesitara para mover cierta inercia a una velocidad de Rotación Para ello se determina primeramente la velocidad de rotación y luego la inercia.

Determinación de la Velocidad de Rotación.

Para calcular la velocidad primeramente se necesita la velocidad Lineal que llevara la cadena. Como la longitud del túnel es 20 m y los 39 cilindros deben recorrer toda esta distancia en 3 minutos se tendrá la velocidad lineal como se muestra a continuación:

$$V= d / t$$

ecuación (9)

$$V = 20 / 180 \text{ Seg.}$$

$$V = 0.11 \text{ m / Seg.}$$

Esta velocidad es la velocidad tangencial en el engrane y como este tiene un radio de 0.21 m la velocidad angular es:

$$\omega = V / r \quad \text{ecuación (10)}$$

$$\omega = 0.11 / 0.21$$

$$\omega = 0.53 \text{ rad / seg.}$$

Para convertir a revoluciones por minuto:

$$0.53 \text{ rad / seg.} \times 1 \text{ Rev/ } 2\pi \times 60 \text{ seg. / 1 min.} = 5 \text{ R.P.M.}$$

Por lo expuesto, se necesita una velocidad de rotación del engrane de 5 RPM para que pueda recorrer los 39 cilindros en 3 minutos.

Determinación de la Inercia

La inercia total que se tiene que mover por un motorreductor ; se la obtiene de la masa del eje motriz (inercia del eje motriz) , masa del engrane (inercia del engrane) y realizando la suma de la masa de todos los cilindros, ganchos, rodamientos, soporte, pernos y cadena

para obtener una masa total (inercia de la masa de los cilindros y accesorios) tal como se muestra en la figura 3.24.

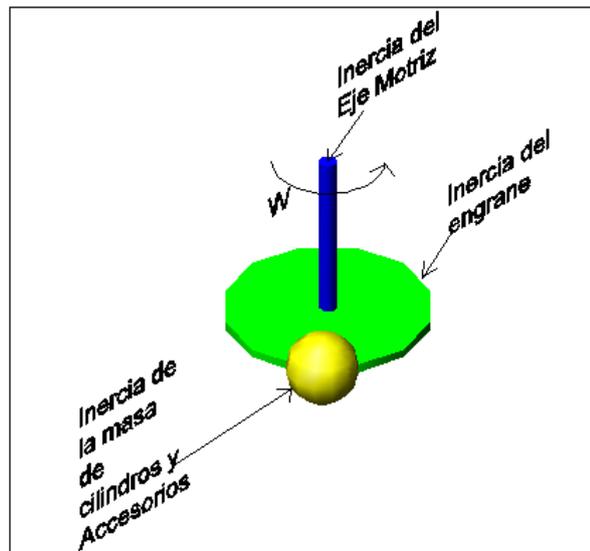


FIGURA 3.25. INERCIAS EN EL SISTEMA DE ROTACIÓN

Inercia del engrane

El engrane se lo va considerar para facilidades de calculo en forma de una disco solido a continuación el calculo.

$$I_{\text{engrane}} = \frac{1}{2} m r^2 \quad \text{ecuación (11)}$$

$$I_{\text{engrane}} = \frac{1}{2} (15)(0.21)^2 = 0.33 \text{ Kg-m}^2$$

Inercia del eje motriz

Se la obtiene a partir de la ecuación (11) la masa es 4.2 Kg y un radio aproximado de 0.0175 m.(En el apéndice C se muestran las dimensiones para la realización de un eje motriz).

$$I_{\text{eje}} = \frac{1}{2} m r^2$$

$$I_{\text{eje}} = \frac{1}{2} (4.2)(0.0175)^2$$

$$I_{\text{eje}} = 9 \times 10^{-4} \text{ Kg-m}^2$$

Inercia de la masa total de cilindros y accesorios

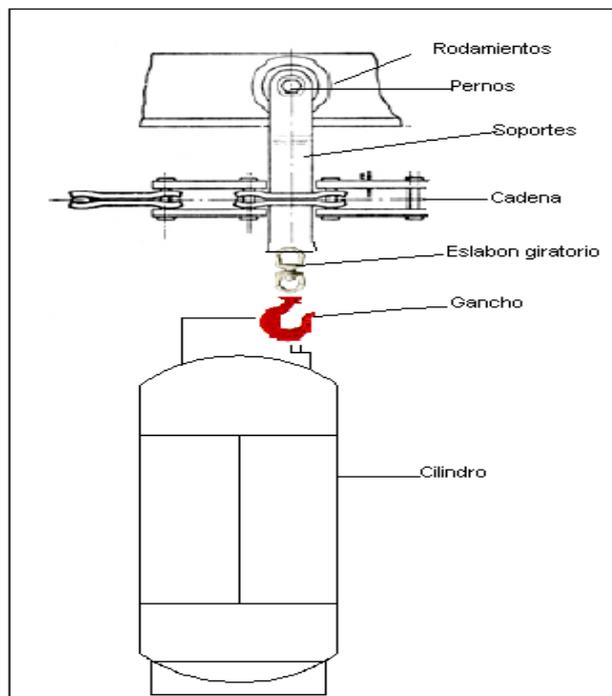


FIGURA 3.26. ELEMENTOS DEL TRANSPORTADOR AÉREO

La inercia se la obtiene a partir de la sumatoria de la masa de los cilindros y demás accesorios (la figura se muestra los cilindros y accesorios); calculando la inercia con respecto al eje del engrane a través de la siguiente formula:

$$I = M \times r^2 \quad \text{ecuación}$$

(12)

M= Masa total de cilindros en el interior del túnel y accesorios=1050Kg

$$I = 1050 (0.21)$$

$$I = 67 \text{ Kg-m}^2$$

Luego, se suma todas las inercias de la masa a mover se obtiene la inercia total.

$$I_{\text{total}} = 0.33 + 67 + 9 \times 10^{-4} = 67.33 \text{ Kg-m}^2$$

Calculo de la Aceleración Angular (α)

Una vez encontrada los parámetros anteriores se debe encontrar la aceleración angular que tendrá el engrane a través de la formula:

$$\alpha = \omega_0^2 - \omega f^2 / 2 \theta \quad \text{ecuación (13)}$$

Donde θ va ser el arco de contacto entre la cadena y el engrane y estos en conjunto llevaran periódicamente movimientos con un ángulo de contacto $\theta = \pi/2$.

$$\alpha = (0.53)^2 / 2 (\pi/2)$$

$$\alpha = 0.22 \text{ rad/ seg}^2$$

Cálculo de Par Motor

Calculo del par motor para mover la inercia antes calculada a una aceleración angular $\theta = 0.24 \text{ rad/ seg}^2$ será calculada a través de la formula:

$$T = I_{\text{total}} \times \alpha \quad \text{ecuación(14)}$$

$$T = 67.33 \times 0.22$$

$$T = 14.8 \text{ N} - \text{m}$$

Aplicando un factor de seguridad FS = 3, se tiene:

$$T = 14.8 \times 3 = 44.4 \text{ N-m}$$

Con el par motor a seleccionar el motorreductor hay que cumplir con las siguiente relaciones que da el catalogo de bonfiglioli del apéndice C.

$$Mn2 \geq Mc2 \quad Mr2 \leq Mn2$$

Siendo :

$Mn2$ = Par transmitible referido al eje de entrada del reductor

$Mr2$ = Par solicitado para la aplicación = 44.4 N-m

$Mc2$ = Par de calculo

$$Mc2 = Mr2 \times fs \times ftp \quad \text{ecuación(15)}$$

fs = Factor de servicio

ftp = factor de corrección

$$Mc2 = 44.4 \times 1 \times 1 = 44.4 \text{ N-m}$$

Entonces con $Mc2$ y $Mr2$ se procede a seleccionar el motorreductor siendo estos 2 parámetros menor que $Mn2$. El motor reductor a seleccionar es VF 49_60 con un Par $Mn2 = 45 \text{ N-m}$ a una velocidad en el eje de salida del reductor de 23.3 RPM (Cumple con la Norma

Atex ver apéndice B) obtenida de la tabla de motorreductores del apéndice C.

Diseño del eje motriz

Para realizar el diseño del eje motriz se debe considerar ciertas situaciones la primera el eje motriz se ubica en forma vertical, se va asumir que las fuerzas están ubicadas en el eje tanto momentos fluctuantes como par de torsión y carga axial

Primeramente se procede analizar la rigidez del eje motriz para asegurar que no exista problemas de pandeo. Ahora se calcula la carga crítica con la ecuación, para verificar que la carga que se aplica esta por debajo de la carga critica que origina el pandeo.

$$P_{cr} = \pi^2 EA / (KL/\rho)^2 \quad \text{ecuación (16)}$$

Donde:

K : Constante que depende de la fijación de la columna para aplicaciones practicas K=2.1

L : Longitud de la columna L=350 mm

ρ : Radio giro ; $\rho = (I / A)^{1/2}$

E: Modulo de elasticidad; para el acero $E=207\text{Gpa}$

A: Área de la sección transversal

$$P_{cr} = \pi^2 (207)(\pi)(0.0254)^2 / 4(116)^2$$

$$P_{cr} = 76933 \text{ N}$$

Se le va aplicar un factor de diseño n_f a la carga critica para que tener una carga mas segura.

$$P_s = P_{cr} / n_f \quad \text{ecuación (17)}$$

$$P_s = 76933 / 3$$

$$P_s = 25644 \text{ N}$$

$$188.2 \text{ N} < 25644 \text{ N}$$

Se procede a comparar con la carga axial que soporta el eje motriz ($P = 188.2 \text{ N}$) y se puede concluir que el eje motriz esta en condición aceptable para trabajar sin llegar a pandearse.

Análisis de carga estática

Primeramente se calcula la cargas que actúan sobre el eje motriz propio peso y del engrane ($P= 188.2 \text{ N}$).

Se procede a realizar el calculo usando como material el acero de transmisión SAE 1018, a continuación las formulas que permitirá encontrar el esfuerzo axial en compresión y el esfuerzo de torsión en un eje macizo.

$$\sigma_y = P / A = 4Ps / \pi d^2 \quad \text{ecuación (18)}$$

$$\zeta_{yx} = T \times r / J = 16 \times T / \pi d^3 \quad \text{ecuación (19)}$$

Es posible omitir el análisis del círculo de Mohr en el caso especial de flexión y torsión combinadas cuando se determinan σ_A y σ_B para utilizarse en teorías de falla de materiales. Los esfuerzos de flexión y torsión combinadas son σ_y y ζ_{yx} Después, un círculo de Mohr de este estado de esfuerzo revelara que los dos esfuerzos principales con valor distinto de cero son:

$$\sigma_A, \sigma_B = \sigma_y / 2 \pm [(\sigma_y / 2)^2 + \zeta_{yx}^2]^{1/2} \quad \text{ecuación(20)}$$

De esta manera se puede calcular al escoger la teoría del esfuerzo cortante máximo como base del diseño. Donde el esfuerzo cortante

máximo se puede determinar a partir del diagrama de un círculo del círculo de Mohr y es:

$$\zeta_{\max} = [(\sigma_y/2)^2 + \zeta_{yx}^2]^{1/2} \quad \text{ecuación (21)}$$

Sustituyendo tenemos lo siguiente:

$$\zeta_{\max} = 2 / \pi d^3 [(Pd)^2 + (8T)^2]^{1/2} \quad \text{ecuación (22)}$$

Con base en el factor de diseño dado, este esfuerzo cortante se debe apegar a:

$$\zeta_{\max} \leq S_{sy} / nd \quad \text{ecuación (23)}$$

$$S_{sy} = S_y/2 \quad \text{ecuación (24)}$$

El diámetro del eje motriz va ser 35 mm, pero se analiza un diámetro de 25.4 mm. Para garantizar la resistencia del eje motriz ante posibles reducciones de diámetro. Una vez establecida la carga que soportara el eje motriz tanto axial como par de torsión y la dimensión del diámetro con la cual se realiza los cálculos para posterior análisis.

$$\sigma_y = 4(188.2) / \pi(0.0254)^2$$

$$\sigma_y = 0.37 \text{Mpa}$$

$$\zeta_{yx} = 16 \times 45 / \pi \times (0.0254)^3$$

$$\zeta_{yx} = 15 \text{Mpa}$$

$$\sigma_A, \sigma_B = 0.23/2 \pm [(0.23/2)^2 + 7.63^2]^{1/2}$$

$$\sigma_A = 15.1 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_B = -14.8 \text{ Mpa}$$

$$\zeta_{\max} = 2 / \pi \times (0.0254)^3 [(188.2 \times 0.0254)^2 + (8 \times 45)^2]^{1/2}$$

$$\zeta_{\max} = 14.91 \text{ Mpa}$$

Entonces se calcula el factor de seguridad una vez determinado el máximo esfuerzo cortante ζ_{\max}

$$14.9 \leq S_{sy} / n_d$$

$$\text{Donde; } S_{sy} = 275/2 = 137.5$$

$$n_d = 137.5/14.9$$

$$n_d = 9$$

Análisis de Resistencia a la Fatiga

Primero se encuentra la resistencia a la fatiga del eje motriz y luego se calculan los esfuerzos, finalmente se relacionan estos valores para obtener el factor de seguridad.

Entonces se tiene la resistencias mínimas del acero de transmisión SAE 1018 son $S_{ut} = 475 \text{ Mpa}$ y $S_y = 275 \text{ Mpa}$. Marín propone algunos factores que modifican el límite de resistencia a la fatiga del elemento mecánico, el mismo que se muestran en la ecuación (25)

$$S_e = S'_e \times K_a \times K_b \times K_c \times K_d \times K_e \quad \text{ecuación (25)}$$

Como $S_{ut} < 1400 \text{ Mpa}$, entonces S'_e es igual a :

$$S'_e = 0.504 \times S_{ut} \quad \text{ecuación (26)}$$

$$S'_e = 0.504 \times 475$$

$$S'_e = 239.4 \text{ Mpa}$$

Para determinar K_a (factor de superficie) se considera que el eje motriz tiene un acabado de maquinado, entonces se tiene:

$$K_a = a(S_{ut})^{-b} \quad \text{ecuación(27)}$$

Donde los factores a y b para acabado de superficie son los siguientes:

$$a = 4.51 \text{ Mpa}$$

$$b = -0.265$$

$$K_a = 4.51(475)^{-0.265}$$

$$K_a = 0.88$$

Para determinar K_b (factor de tamaño) , se utiliza la siguiente ecuación

:

$$K_b = (d / 7.62)^{-0.1133} \quad \text{ecuación(28)}$$

$$K_b = (25.4/7.62)^{-0.1133}$$

$$K_b = 0.87$$

En el factor de diversos K_e efectos se ha considerado a la corrosión como el factor principal que reduce la resistencia a la fatiga asignándole un valor $K_e = 0.9$

El eje motriz soporta carga axial y de torsión por lo tanto el factor de carga. $K_c = 0.58$

El factor de temperatura K_d debido que el eje motriz trabaja a temperatura ambiente.

$$K_d = 1$$

Todos los factores determinados se los sustituye en la ecuación (25) y se realiza el cálculo de tal manera que:

$$S_e = 239.4 \text{ Mpa} \times 0.88 \times 0.87 \times 0.58 \times 1 \times 0.9$$

$$S_e = 95.7 \text{ Mpa}$$

Ahora, se calculan los esfuerzos alternantes y medios, pero primeramente se calcula a través de las formulas los torques medios y alternantes; así como la carga axial media y alternante:

$$T_m = T_{\max} + T_{\min} / 2 = (45 + 0) / 2 = 22.5 \text{ N-m}$$

$$T_a = T_{\max} - T_{\min} = (45 - 0) / 2 = 22.5 \text{ N-m}$$

$$P_m = P_{\max} + P_{\min} / 2 = (25644 + 188.2) / 2 = 12916 \text{ N}$$

$$P_a = P_{\max} - P_{\min} / 2 = (25644 - 188.2) / 2 = 12728 \text{ N}$$

Los esfuerzos alternantes y medios son :

$$\sigma_m = P_m / A = 4P_m / \pi d^2 = 4(12916) / \pi (0.0254)^2 = 25.5 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_a = K_a (P_a / A) = 4P_a / \pi d^2 = 1.083 [4(12728) / \pi (0.0254)^2] = 27.2 \text{ Mpa}$$

$$\zeta_{yxm} = T_m \times r / J = (16T_m) / \pi d^3 = 16(22.5) / \pi (0.0254)^3 = 7.5 \text{ Mpa}$$

$$\zeta_{yxa} = K_{fs} T_a \times r / J = K_{fs} (16T_a) / \pi d^3 = (1.5)(16)(22.5) / \pi (0.0254)^3 = 11.2$$

Mpa

Luego , se determina los esfuerzo a través de la ecuación

$$\sigma' = [(\sigma_a)^2 + 3(\zeta_{yx})^2]^{1/2} \quad \text{ecuación (29)}$$

$$\sigma'_a = [(27.2)^2 + 3(11.2)^2]^{1/2} = 33.4 \text{ Mpa}$$

$$\sigma'_m = [(25.5)^2 + 3(7.5)^2]^{1/2} = 28.2 \text{ Mpa}$$

Haciendo uso de la ecuación de Goodman modificada se tiene:

$$\sigma_a / S_e + \sigma_m / S_{ut} = 1/n \quad \text{ecuación (30)}$$

$$33.4/95.7 + 28.2/475 = 1/n$$

$$n = 2.5$$

TABLA 3.4
FACTORES DE SEGURIDAD PARA DIFERENTES MATERIALES

Material AISI/SAE -ASSAB	Resistencia		Esfuerzo máximo de corte (Mpa)	Factor de seguridad n	Limite de resistencia a la fatiga Se (Mpa)	Factor de seguridad Goodman modificada n
	Ultima Sut	Fluencia Sy				
AISI/SAE 1018 transmisión	475	275	14.9	9	95.7	2.5
AISI 1040 transmisión	630	350	14.9	11.7	126.88	3.2
AISI C1045- ASSAB 760	565	310	14.9	10.33	113.82	2.9
AISI 304 inoxidable	586	241	14.9	8	118	3.02
AISI 4140 ASSAB 709	880	680	14.9	22.7	177.2	4.5

De la tabla 3.4 se selecciona el acero AISI 1018 para la fabricación del eje motriz.

Selección de Poleas

Primeramente se determina la relación de velocidad, donde se la obtiene al dividir las R.P.M. del eje mas rápido entre las R.P.M. del eje más lento de la siguiente manera:

$$R = n_2/n_r \quad \text{ecuación(31)}$$

Donde:

R= Relación de velocidades

n_2 : Velocidad de rotación a la salida del reductor

n_r : Velocidad de rotación que se requiere

$$R = 23.3 / 5$$

$$R = 4.66$$

Luego, se procede a determinar las poleas en la tabla del apéndice L se selecciona la polea con diámetro exterior 14 in para luego obtener la polea más menor tal como sigue:

$$14 / 4.66 = 3 \text{ pulgadas}$$

Donde 3 va ser el diámetro exterior de la polea menor donde esta medida se encuentra en la tabla del apéndice L.

Determinación de la distancia entre centros y el largo de la banda

Debido a que no se especifica la distancia entre centro se procede a calcular de la siguiente manera:

$$C = (D + 3d)/2 \quad \text{ecuación (32)}$$

Donde:

C: distancia entre centros

D: Diámetro exterior de la polea mayor

d: Diámetro exterior de la polea menor

$$C = [14 + 3(3)]/2$$

$$C = 11.5 \text{ pulgadas}$$

Así mismo el largo de la banda L_b se lo calcula con la siguiente formula:

$$L_b = 2C + 1.57(D+d) + (D-d)^2 / 4C \quad \text{ecuación (33)}$$

$$L_b = 2(11.5) + 1.57(14 + 3) + (14-3)^2 / 4(11.5)$$

$$L_b = 52.32 \text{ pulgadas}$$

De la tabla del apéndice L indica que el largo de banda en existencia mas cercano para bandas 3V es de 50 in. Ahora se procede a determinar la distancia entre centros correcta ahora que se conoce el largo de la banda a través de la formula:

$$\text{Distancia centros} = [L - 1.57(D+d) - (D-d)^2 / (1.57)(L-R)] / 2 \text{ ecuación(34)}$$

$$\text{Distancia de centros} = [50 - 1.57(14+3) - (14-3)^2 / (1.57)(50-4.66)] / 2$$

$$\text{Distancia de centros} = 10.8 \text{ pulgadas}$$

Luego, se procede a encontrar en número requerido de bandas. Donde se observa la tabla del apéndice L ,” factor de corrección de arco G “.

Primeramente se calcula:

$$(14-3) / 10.8 = 1.02 \text{ donde por interpolación el factor} = 0.81$$

Ahora se procede a encontrar los caballos de fuerzas para la banda en este caso bandas 3V.

En este caso por interpolación para la polea de diámetro menor debido a que esta ubicada en el eje mas rápido se encontró de la tabla del

Apéndice L de rangos de caballos de fuerza básicos para las bandas
3V indica Hp por banda de 0.07 Hp

De la misma manera se procede adicionar Hp por banda para una
relación de velocidad de 4.66 es 0.01Hp.

Por lo tanto, la proporción de Hp por banda = $0.07 + 0.01 = 0.08\text{Hp}$

Donde este valor se debe multiplica por el factor de corrección de
largo de banda = 0.96 de la tabla del apéndice L para un largo de
banda 50in de corrección = 0.81; entonces:

Hp por banda corregido $0.08 (0.81)(0.96) = 0.062 \text{ Hp}$

Número de bandas = Diseño de Hp entre Hp corregido

Número de bandas = $0.15\text{Hp} / 0.062 \text{ Hp}$

Número de bandas = $2.4 \sim 3$ bandas

Por lo tanto las dos poleas son:

Polea motriz 3 3V 300 SH

Sh $1 \frac{1}{4}$

Polea impulsada 3 3 V 1400 SK

Sk $1 \frac{1}{4}$

Con bujes SH Y SK y bandas 3V donde sus medidas se las puede ver en el apéndice L

Selección de Rodamientos

Para seleccionar el rodamiento hay que tener las cargas que hay en el eje sean estas axial o radial, a continuación se procede a determinar la carga equivalente con la formula:

$$P = X.Fr + Y.Fa \quad \text{ecuación (35)}$$

Siendo:

P: carga dinámica equivalente

Fr: Carga radial

Fa: Carga axial

X: Factor radial

Y: Factor axial

Como la carga radial es nula, tenemos entonces la siguiente expresión:

$$P=Y.Fa$$

Siendo $Y=1$ por trabajar a baja velocidad, entonces tenemos:

$$P = (1)(188.2)$$

$$P = 188.2\text{N}$$

Donde la capacidad de carga dinámica C para la selección del rodamiento se lo obtiene de la ecuación:

$$L_{10h} = 10^6 / 60 \cdot n (C/P)^p \quad \text{ecuacion(36)}$$

Donde;

$p = 3$ para rodamientos de bolas

$$L_{10h} = 30000 \text{ horas}$$

$$P = 188.2\text{N}$$

$$n = 5\text{RPM}$$

Entonces;

$$C = [60(5)(30000) / 10^6]^{1/3} (188.2)$$

$$C = 0.57 \text{ KN}$$

El rodamiento puede alcanzar una vida ilimitada obteniendo la capacidad de carga estática a través de la relación:

$$C_o / P_o \geq 8$$

ecuación (37)

$$C_o = P_o(8)$$

$$C_o = 188.2(8)$$

$$C_o = 1.51 \text{ KN}$$

Donde se procede a seleccionar el rodamiento de serie 16206.104 que se encuentra en el apéndice L del catalogo FAG para un diámetro de eje 31.75 mm con resistencia a cargas dinámica $C=19.3 \text{ KN}$ y $C_o = 11.2 \text{ KN}$. Luego se escoge el soporte de brida de fundición gris F206 donde las medidas se las encuentra en el apéndice L.

Ancho del Túnel

Para establecer las dimensiones del ancho del túnel debe considerarse el diámetro del cilindro y la distancia que van a ser instaladas la red de tuberías acero inoxidable 304-L

Luego con el diámetro del envase $\Phi = 34 \text{ cm}$, se procede a determinar donde deben situarse las boquillas de la red de tuberías, como se vera mas adelante las boquillas se deberán de colocarse a una distancia de 0.6m de la superficie como máximo basándonos en el apéndice F. Por lo tanto, el ancho del túnel será:

Diámetro del cilindro= 34 cm

Distancia de las boquillas a la superficie =30 cm

Tubería = 2.54 cm

Holgura = 18 cm

Ancho del túnel= $30(2) + 34 + 2(18) = 130 \text{ cm} = 1.3 \text{ m}$

El ancho de la maquina es 4m; por lo tanto, la parte del centro de la maquina será:

Parte del centro = $4 \text{ m} - 2(1.3) = 1.4 \text{ m}$

Alto del Túnel

Se puede establecer la altura del túnel con los siguientes parámetros altura de los soportes del trolley, gancho, placa, altura del perfil y cilindro. Siendo el alto del túnel una distancia de 1.3 m.

3.3 Diseño proceso de lavado

Primeramente se debe calcular el caudal que se requiere para el agua necesaria para la parte cilíndrica tal como sigue:

Área de la parte cilíndrica

$$A_s = \pi D L \quad \text{ecuación (38)}$$

Donde:

D=Diámetro del tanque

L = Longitud del cilindro

$$A_s = (0.34)(0.71)$$

$$A_s = 0.76 \text{ m}^2 = 8.2 \text{ ft}^2$$

Área de la parte superior esférica

$$A_e = \pi (D^2/4 + h^2) \quad \text{ecuación (39)}$$

Donde;

h= Altura de la parte superior esférica

$$A_e = \pi [(0.34^2 / 4) + (0.04)^2]$$

$$A_e = 0.1 \text{ m}^2 = 1.03 \text{ ft}^2$$

$$Q_s = A_s(d) \quad \text{ecuación(40)}$$

Donde d es la densidad requerida para esta aplicación se la obtiene de la tabla 3.5.

$$Q_s = 8.2(0.25) = 2 \text{ GPM}$$

$$Q_e = 1.03(0.25) = 0.26 \text{ GPM}$$

La cantidad total de agua requerida para pulverizar toda la superficie del tanque:

$$Q_t = Q_s + Q_e \quad \text{ecuación (41)}$$

$$Q_t = 2 + 0.26 = 2.26 \text{ GPM}$$

TABLA 3.5

DENSIDADES NORMALMENTE ACEPTADAS

	GPM/ft. Sq.	mm/min.
Transformadores		
Tapa y Laterales	0,25	10,18
Bajos	0,25	10,18
Suelo	0,15	6,11
Tendidos de Tuberías		
Superficie de la tubería	0,10	4,07
Area máxima de proyección sobre el suelo	0,50	20,35
Pies soporte	0,10	4,07
Tanques		
Paredes del tanque	0,25	10,18
Soportes	0,25	10,18

Una vez establecido el caudal se procede a determinar la disposición de la boquilla mas adecuada para el diámetro del cilindro donde se selecciona boquillas con ángulo de 60° obtenido de la tabla 3.6.

TABLA 3.6
ÁNGULOS DE BOQUILLAS PARA DIÁMETRO MÍNIMO DEL TANQUE

Angulo de Boquilla	Diámetro mínimo del Tanque	
	ft.	m
30	1,4	0,43
60	4,0	1,20
90	10,0	3,00
120	26,0	8,00
140	62,0	19,40

Puede utilizarse este tipo de boquillas para diámetro menor de tanques siempre que se sitúen más próximos a la superficie del tanque. La máxima distancia es 0.6m como se ve en los gráficos del apéndice F. De la tabla 3.7 se determina el número de boquillas.

TABLA 3.7
NUMERO DE BOQUILLAS PARA LA SUPERFICIE CILÍNDRICA

Número de Boq.	Angulo entre Boquillas °	DIAMETRO MAXIMO DEL TANQUE EN FUNCION DEL ANGULO DE PULVERIZACION DE LA BOQUILLA									
		30°		60°		90°		120°		140°	
		Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M
1	—	.8*	,24	1.5*	,46	2 *	,61	*	*	*	*
2	180	1.5*	,46	3 *	,92	5 *	1,5	*	*	*	*
3	120	2.3	,70	4.6	1,4	8 *	2,4	*	*	*	*
4	90	2.8	,85	5.6	1,7	10.5	3,2	17*	5,2	*	*
5	72	3.4	1,0	6.8	2,1	12.5	3,8	20*	6,1	*	*
6	60	4.0	1,2	8.0	2,4	14.8	4,5	24*	7,3	*	*
7	53.5	4.5	1,4	9.2	2,8	16.7	5,1	26.7	8,1	*	*
8	45	5.2	1,6	10.4	3,2	19.5	5,9	30.8	9,3	*	*
9	40	5.8	1,8	11.7	3,6	21.9	6,6	35.1	10,6	*	*
10	36	6.5	2,0	12.9	3,9	24.5	7,4	38.8	11,7	*	*
11	37.7	7.1	2,2	14.2	4,3	27.7	8,2	42.6	12,9	*	*
12	30	7.7	2,4	15.5	4,7	29	8,9	45.0	13,6	58.0*	17,6

* Pérdida de Agua (exceso de pulverización) a 2ft. (0,6 m)

Para la parte superior se selecciona una boquilla obtenido de la tabla 3.8.

TABLA 3.8
NUMERO DE BOQUILLAS PARA LA PARTE SUPERIOR DEL TANQUE

Num. de Boq. usadas	DIAMETRO MAXIMO DEL TANQUE EN FUNCION DEL ANGULO DE PULVERIZACION DE LA BOQUILLA									
	30°		60°		90°		120°		140°	
	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M
1	1.4	,43	3.0	,86	5.0	1,52	8.5	2,6	11	3,4
2	1.8	,52	4.0	1,22	6.5	2.0	9.5	2,9	12.5	3,8
3	2.4	,74	5.0	1,52	10.5	3,2	11.0	3,3	14.0	4,2
4	3.0	,86	6.0	1,84	12.0	3,6	18.0	5,5	22.5	6,8
5	4.0	1,22	8.5	2,6	15.0	4,6	25.0	7,6	32.0	9,7
6	4.7	1,43	9.7	2,9	17.5	5,4	29.0	8,8	43.0	13,1
7	6.4	1,95	11.0	3,3	20.0	6,1	34.0	10,4	48.0	14,8
8	7.1	2,2	14.0	4,3	23.0	7,0	43.0	13,1	53.0	16,1
9	7.9	2,4	15.5	4,7	27.5	8,4	47.0	14,2	59.0	17,8
10	8.5	2,6	17.0	5,2	30.0	9,2	51.0	15,5	64.0	19,4
11	9.2	2,8	18.0	5,5	32.0	9,7	55.0	16,6	68.0	21,5
12	9.8	3,0	19.0	5,8	34.0	10,4	58.0	17,5	73.0	22,2

Seguidamente se procede a determinar la distancia entre boquillas en este caso estarán a 25 cm y del cordón de soldadura del fondo y parte superior estarán ubicadas a 11.5 cm estas distancia se la obtiene de la tabla 3.9 con el ángulo de boquillas y el diámetro del tanque. Aparte de las 3 boquillas seleccionadas se pondrá una mas para la parte inclinada. Tales boquillas estarán a una distancia de 0.3m (la máxima distancia es 0.6m) tal como se muestra en la figura 3.26. El caudal de cada boquilla cubre un área de 0.11m² de la superficie total del cilindro. La disposición de las boquillas es tal que cubre toda la superficie del tanque con agua; pero en cada cada gancho se colocara

un eslabón que permite girar el cilindro y así el agua pulverizada en cada boquilla incida sobre toda su superficie.

**TABLA 3.9
DISTANCIA ENTRE BOQUILLAS**

Angulo de Boq.	Distancia máxima al cordón de soldadura del Fondo		Distancia máxima entre Boquillas	
	Ft.	M	Ft.	M
30	1	,3	2	,6
60	2	,6	4	1,2
90	3.5	1,1	7	2,1
120	6	1,8	12	3,7
140	7.5	2,3	15	4,6

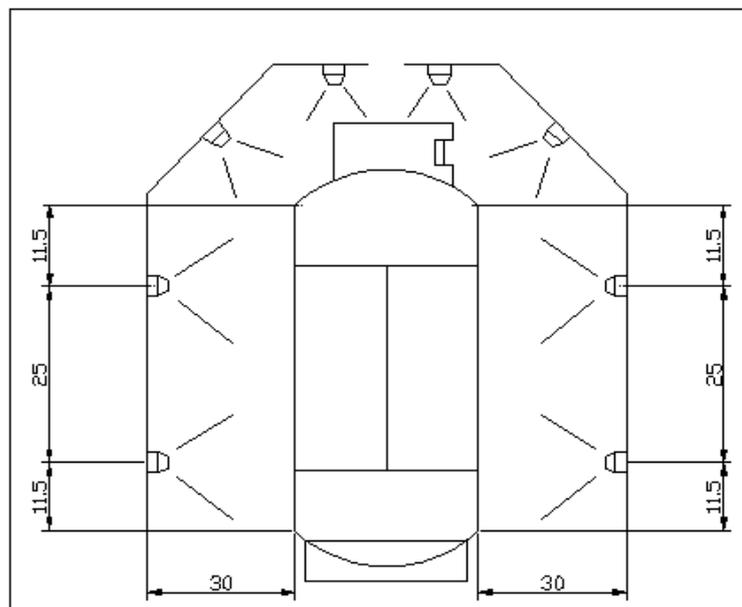


FIGURA 3.27. UBICACIÓN DE LOS ROCIADORES

Una vez establecido todos estos factores se lleva a cabo el diseño de la etapa de lavado. Donde este proceso de lavado lleva 2 fases la del prelavado y la del lavado con aplicación de detergente.

Descripción del Ciclo de Limpieza de los Cilindros GLP

El proceso de limpieza se basara en procesos de lavado de botellas tal como se muestra en la figura 3.27. La limpieza de los cilindros GLP tendrá 3 etapas:

Primera de lavado subdividida en prelavado y lavado (aplicación de agua caliente y detergente), etapa de enjuague, subdividida en enjuague y enjuague final y etapa de secado. El diseño de estos procesos se los detalla a continuación.

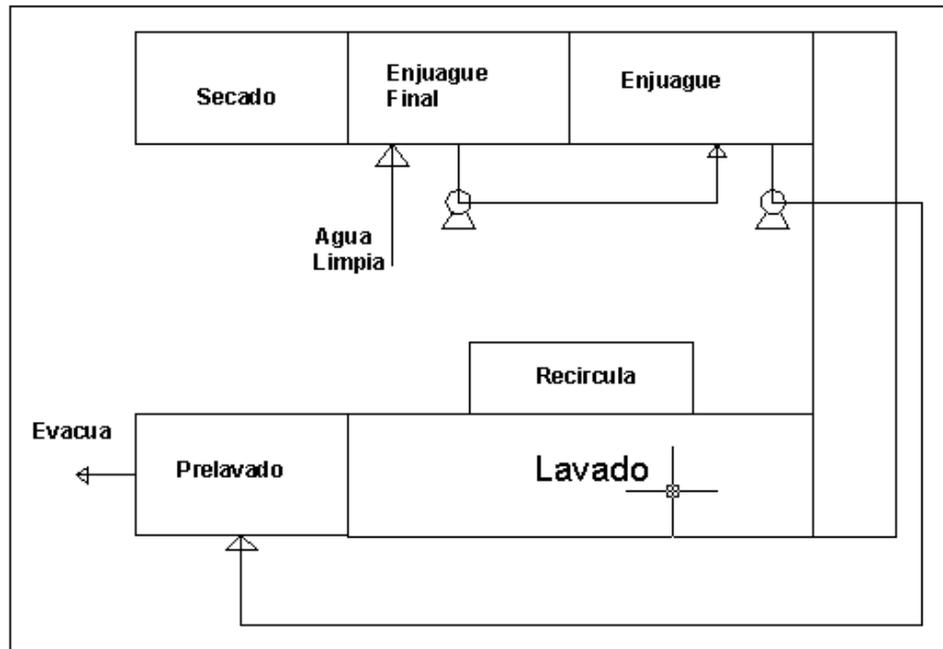


FIGURA 3.28. ESQUEMA DE SISTEMA DE LAVADO

PRELAVADO

Prelavado

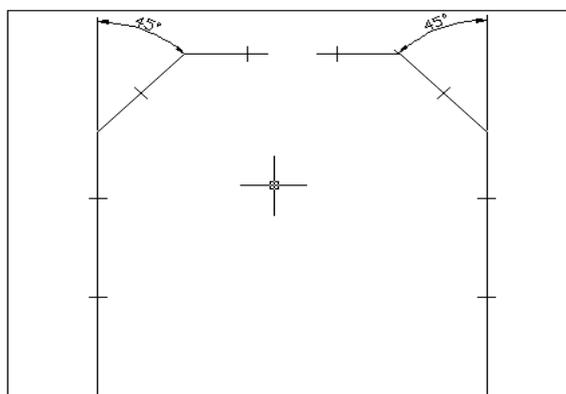
El prelavado permitirá quitar la suciedad de mayor tamaño, esta etapa tendrá 4 ramales en la red de tuberías a 1" de diámetro y estos deben ser igual al número de ramales que en la etapa de enjuague. La bomba tendrá filtro malla 100 seleccionado de la tabla del Apéndice K para partículas de 0.07 mm de diámetro para retener todo tipo de suciedad.

Lavado

En esta etapa del proceso de limpieza de un cilindro GLP se va requerir de tiempo, detergente y calor, el detergente BH38 (ver característica en apéndice M) se dejara en la superficie del cilindro un tiempo de 2 minutos, donde 30 segundo se le aplicara agua caliente a 60°C con detergente y debe recorrer una distancia tal que permita completar los 2 minutos y se logre disolver la suciedad recomendado por la compañía fabricante y así mismo se realizo la prueba con resultados satisfactorio. En esta etapa también se utiliza filtros malla 200 para retener la suciedad del agua debido que se recirculara el agua a 60°C mezclada con detergente, los 60°C temperatura se la obtiene por resistencias eléctricas deben tener un termostato, aquí se debe cumplir con la Norma NEC art. 500.

Se procede a determinar los ramales de tuberías que debe tener el túnel para que se aplique agua a 60°C en 30 segundos junto con el detergente por lo que se debe tener un espacio de 3.3m a lo largo del túnel ; debido a que la velocidad lineal que lleva cada cilindro es de 0.11m/s, entonces se procede a dimensionar la distancia entre ramales por lo que será igual 33 cm para que todos los cilindros estén en contacto con el agua caliente y de esta manera ayude a disolver la suciedad.

La altura de cada ramal va ser de 54cm mas una inclinación a 45° con un codo con una longitud 29.7cm con una altura de 21 cm tal que llegue al perno de la base del trolley y otro codo a 45° para retornar a la posición horizontal con distancia de 20 cm tal distancia se la encontró de tal forma que no llegue a chocar con los soportes del transportador aéreo y el cilindro. A continuación se muestra la parte frontal y el isométrico de tuberías en la sección de lavado en las figura 3.28 y 3.29 respectivamente.



**FIGURA 3.29. ESQUEMA RAMALES DE TUBERÍAS VISTA
FRONTAL**

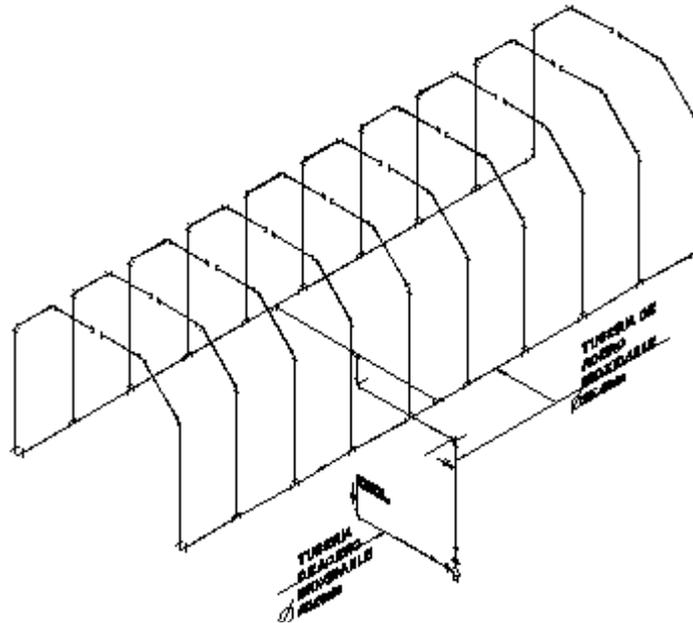


FIGURA 3.30. ISOMÉTRICO DE TUBERÍAS DEL SISTEMA DE LAVADO

Una vez obtenida la distancia se procede a calcular la caída de presión tanto en la succión como la descarga de la siguiente manera para poder seleccionar el tipo de bomba. Se realiza un esquema de la parte superior de la red de tuberías.

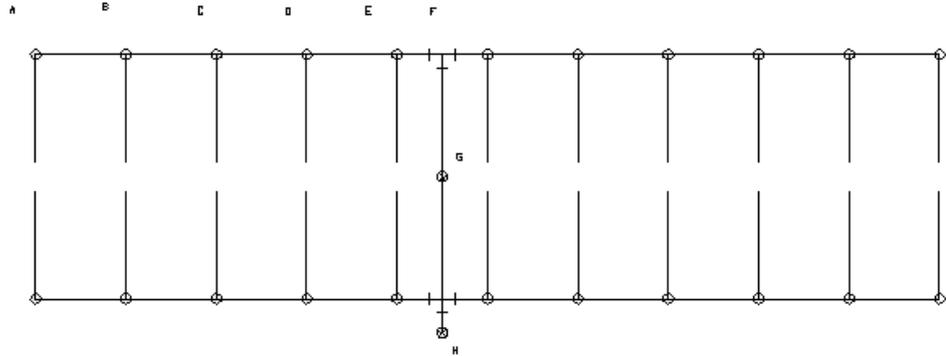


FIGURA 3.31. ESQUEMA DE LA PARTE SUPERIOR DE LAS TUBERÍAS

Nota: Cada ramal está distanciado 33 cm

El caudal en cada ramal de tubería una vez teniendo que el caudal que se requiere para lavar la superficie del cilindro entonces se procede a calcular el caudal total de la siguiente manera :

$$Q_t = 2.26 \times 10 = 22.6 \text{ GPM}$$

Donde; se multiplica por 10 debido a que va haber 10 ramales para poder cubrir la distancia de 3.3m que se requiere para aplicar el agua por 30 segundos.

Por lo tanto, cada ramal debe de tener los siguientes caudales :

Ramal A-B 1.13 GPM

Ramal B-C 2.26GPM

Ramal C-D 3.39 GPM

Ramal D-E 4.52 GPM

Ramal E-F 5.65 GPM

Ramal F-G 11.3 GPM

Y debido a que es simétrica la red de tuberías solo se calcula para estos puntos las pérdidas.

Calculo de pérdida por fricción por cada 100 ft de tubería

De los datos técnicos de las Goulds Pumps se tiene una tabla que se encuentran en el apéndice I con el caudal de una tubería en GPM, entonces con el uso de esta tabla se procede a calcular las pérdidas en los ramales de la red de tubería de la siguiente manera:

Primeramente se procede a calcular la caída de presión en la succión y luego en la descarga.

Línea de Succión

La tubería que tendrá en la succión será de 2" para la Goulds Pump para esta aplicación en su catálogo se muestra los diferentes diámetros tanto para la descarga como para la succión.

La pérdida por fricción de tubería con 22.6 GPM en la succión de la tabla del apéndice I para tubería de 2" de diámetro se realiza una interpolación entre 20 y 25 GPM se obtiene:

$$h_{fs} = 1.1 \text{ ft} / 100 \text{ ft de tubería}$$

Línea de Descarga

Tramo G-H

Con 22.6 GPM de la tabla del apéndice I para tuberías de acero de 1" de diámetro se realiza la interpolación entre 20 y 25 GPM se obtiene:

$$h_{fd \text{ G-H}} = 32.41 \text{ ft} / 100 \text{ ft de tubería}$$

Tramo F-G

Con 11.3 GPM se realiza la interpolación entre 10 y 12 GPM se obtiene:

$$h_{fd \text{ F-G}} = 8.65 \text{ ft} / 100 \text{ ft de tubería}$$

Tramo E-F

Con 5.65 GPM se realiza la interpolación entre 5 y 6 GPM se obtiene:

$$h_{fd \text{ E-F}} = 2.42 \text{ ft} / 100 \text{ ft de tubería}$$

Tramo D-E

Con 4.52 GPM se realiza la interpolación entre 4 y 5 GPM se obtiene:

hfd D-E= 1.63 ft / 100ft de tuberías

Tramo CD

Con 3.39 GPM se realiza la interpolación entre 3 Y 4 GPM se obtiene:

hfd C-D = 0.98 ft / 100 ft de tubería

Tramo B-C

Con 2.26 GPM se realiza una interpolación entre 2 y 3 GPM se obtiene:

hfd B-C = 0.48 ft / 100 ft de tubería.

Tramo A-B

Con 1.13GPM se obtiene:

hfd A-B= 0.38 ft / 100 ft de tubería.

El total de tubería que se va utilizar es de 98 ft , ahora se debe determinar la longitud equivalente en accesorios tal como se muestra en la tabla del apéndice I

La red de tubería tiene codos a 90°, codos a 45 ° y T (Ver apéndice I) la longitud equivalente para este tipo de accesorios son:

Para tubería de 1 “ de diámetro

Codo 90 ° = 2.7 ft

Codo 45° = 1.3 ft

T = 2

Para tubería de 2” de diámetro

codo 90° = 5.5

En la red de tubería se encuentran 6 codos 90° y 1 para 2 “ de diámetro , 40 codos 45° y 19 T por lo que se tiene :

Longitud equivalente de tubería descarga = $6(2.7) + 40(1.3) + 19(2) = 106.2 \text{ ft}$

La longitud equivalente total en la descarga = $98 + 106.2 = 204.2 \text{ ft}$

Longitud equivalente total en la succión = $3.61 + 5.5 = 9.11 \text{ ft}$

Las perdidas serian entonces las siguientes:

Succión

$$h_{fs} = (9.11/100) \times 1.1 = 0.1 \text{ ft}$$

Añadiendo el 15 % como se recomienda entonces las perdidas seria:

$$h_{fs} = 0.1 \times 1.15 = 0.115 \text{ ft}$$

La carga dinámica de succión es:

$$h_s = 0.115 \text{ ft}$$

Descarga

Sumando todas las perdidas por fricción en todos los ramales se procede hallar las perdidas para la longitud total equivalente de tubería.

$$H_{fd} = (204.2/100) \times 47 = 96 \text{ ft}$$

Añadiendo el 15% como se recomienda se tiene:

$$h_{fd} = 96 \times 1.15 = 110.4 \text{ ft}$$

La carga dinámica total de descarga seria:

$$h_d = 6.3 + 110.4 = 116.7 \text{ ft}$$

La carga dinámica total del sistema será:

$$H = h_s + h_d \quad \text{ecuación (42)}$$

$$H = 0.115 + 116.7 = 117 \text{ ft}$$

Con este dato mas el caudal que se requiere 22.6 GPM se procede a seleccionar la bomba centrifuga de la curva que se encuentra en el apéndice D la cual será 3656/3756 S-Group 22BF/ Size 1x2-7(medidas y curva ver apéndice D) el sello mecánico será de elastomero de viton para altas temperaturas y químico se puede observar en la tabla del apéndice D la bomba centrifuga Cumple con la norma ATEX (Ver apéndice B).

3.4 Diseño Proceso de enjuague

El Proceso de enjuague deberá estar compuesto de dos secciones una de enjuague y otra de enjuague final, debe tener cuatro ramales en la red de tubería, la misma cantidad tendrá la etapa de prelavado y enjuague final (En la figura 3.33 se muestra el isométrico de los ramales de la red tuberías), el agua deberá estar mezclada con un agente tensoactivo para reducir la tensión superficial para que en la siguiente etapa halla mejor facilidad para lograr el secado de los cilindros GLP. Por lo tanto, se selecciona la bomba para un consumo de agua de $Q = 9.04$ GPM en la etapas de prelavado, enjuague y enjuague final.

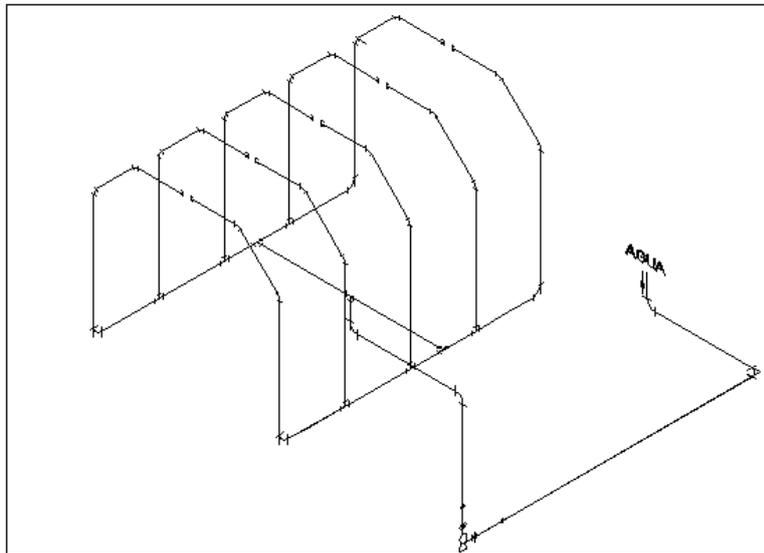


FIGURA 3.32. ISOMÉTRICO DE TUBERÍAS DEL SISTEMA DE ENJUAGUE

Succión

La succión del agua será a 6.6 ft de longitud de tubería se usa 1 codo 90°. La perdidas por fricción para tubería de 2" va ser 1.1 ft / 100 ft de longitud de tubería la longitud total equivalente de un codo a 90° es 5.5 ft Entonces las perdidas son

Longitud total equivalente = 5.5 + 6.6 = 12.1 ft

$$h_{fs} = (12.1/100)(1.1) = 0.13$$

Añadiendo el 15% tal como se recomienda la perdida es:

$$h_s = 0.13 \times 1.15 = 0.15 \text{ ft}$$

Descarga

Como la red de tuberías debe tener cuatro ramales en la descarga de igual altura y distancias especificadas en la sección de lavado, de los cálculos anterior en la etapa de lavado las perdidas en la descarga esta son:

$$h_{fd} = 12.91 \text{ ft} / 100 \text{ ft de tubería}$$

La red de tuberías tendrá 6 codos 90°, 5 T y 16 codos 45°

$$\text{Longitud equivalente de tubería} = 6(2.7) + 5(2) + 16(1.3) = 47 \text{ ft}$$

$$\text{Longitud total equivalente} = 86 + 47 = 133 \text{ ft}$$

$$h_{fd} = (133/100)(12.91) = 17.2 \text{ ft}$$

Añadiendo el 15 % tal como se recomienda la perdida es:

$$h_{fd} = 17.2 \times 1.15 = 19.74 \text{ ft}$$

La carga dinámica de descarga es:

$$h_d = 6.3 + 19.7 = 26.04 \text{ ft}$$

La carga dinámica total del sistema es:

$$H = h_d + h_s = 26.04 + 0.15 = 26.2 \text{ ft}$$

Con este dato $H=26.2 \text{ ft}$ y $Q = 9.04 \text{ GPM}$ se selecciona la bomba tipo HSC07 de la curva y las dimensiones se las encuentra en el Apéndice D serán dos bombas de este tipo una para el enjuague y otra para el enjuague final (cumple con la Norma ATEX ver apéndice B)

De la misma manera se procede a calcular las pérdidas para la etapa de prelavado, tan solo que hay que agregarle una distancia a la descarga; porque deberá ser llevada el agua de la cisterna de la etapa enjuague hasta los ramales de la red de tubería de la etapa de prelavado, la succión va tener la misma distancia que la etapa de enjuague, entonces se tiene:

$$\text{Longitud total equivalente} = 47 + 112 = 159 \text{ ft}$$

$$h_{fd} = (159/100)(12.91) = 20.54 \text{ ft}$$

Añadiendo el 15 % tal como se recomienda la pérdida es:

$$h_{fd} = 20.54 \times 1.15 = 23.62 \text{ ft}$$

La carga dinámica de descarga es:

$$h_d = 6.3 + 23.62 = 30 \text{ ft}$$

La carga dinámica total del sistema es:

$$H = h_d + h_s = 30 + 0.15 = 30.15 \text{ ft}$$

Con este dato $H=30.15 \text{ ft}$ y $Q = 9.04 \text{ GPM}$ se selecciona la bomba tipo HSC07 de la curva y las dimensiones se las encuentra en el Apéndice D (cumple con la Norma ATEX) .

Cada etapa deben tener cisternas para realizar el proceso de limpieza las cuales deben tener para almacenar 5.13 m^3 volumen de agua para la etapa de lavado (ancho 1.3m , largo 4m y alto 0.5m)y 1.03m^3 de volumen de agua para las cisternas en la etapas de prelavado, enjuague y enjuague final (ancho 1.3m , largo 1.5m y altura 0.5m).

3.5 Diseño Proceso de Secado

Una vez que se realice el enjuague de los cilindros GLP con la mezcla de agua y el agente tensoactivo se procede a realizar el secado de estos con un ventilador centrifugo con alto caudal y una alta velocidad a la salida del ducto, en la tabla del apéndice J, se puede observar velocidades de acuerdo a la escala Beaufort , donde selecciono a la salida del ducto para el secado una velocidad de 28 m / s considerado

como gran viento de acuerdo a la escala anteriormente mencionada
(Ver apéndice J)

Normalmente se puede determinar el caudal para ciertas aplicaciones en la industria. Sin embargo no se encuentra tabulado valores para poder realizar secado de superficies húmedas y poder utilizar en esta aplicación.

Por lo tanto, se realizo una visita a una lavadora de vehículos existente aquí en el país; en la cual realiza prelavado, lavado y secado , en esta ultima parte del proceso se observa que se realiza mediante ventiladores centrífugos en ambos lados , el cual usa cierto caudal para esta operación siendo este 5000 cfm con resultados satisfactorios el cual va ser un valor de referencia para el diseño del proceso de secado.

Para seleccionar el ventilador centrífugo se debe calcular las perdidas de presión a través del ductos, codos y salida de aire del ducto. Esta última tendrá una forma especial para poder obtener a la salida la velocidad de aire seleccionada anteriormente.

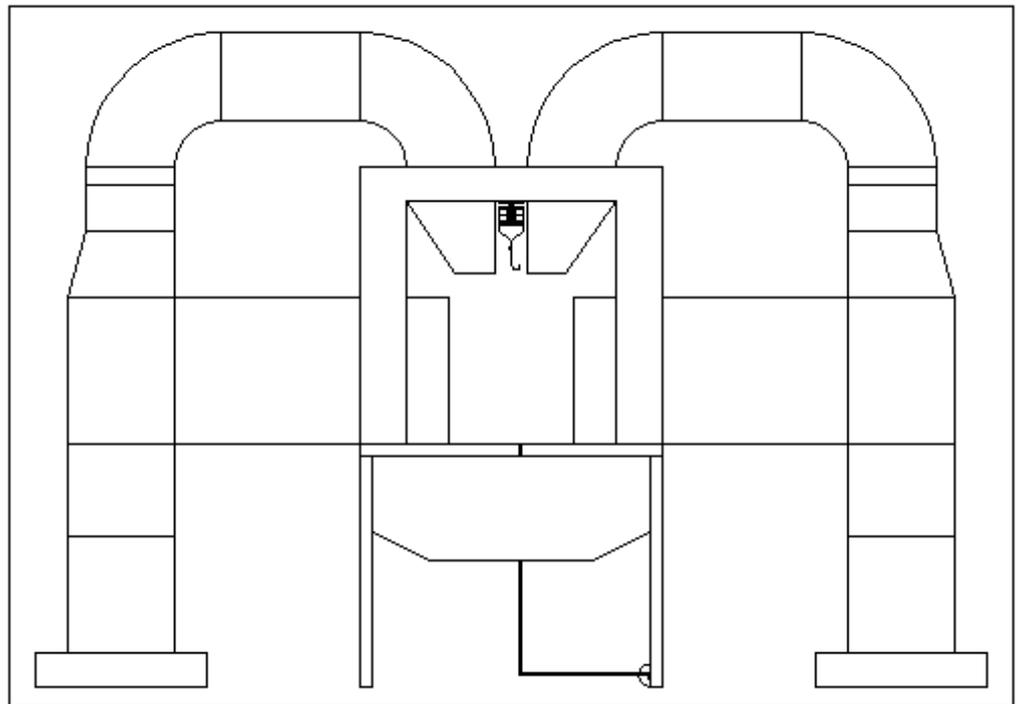


FIGURA 3.33. DUCTO DE VENTILACIÓN EN LA SECCIÓN DE SECADO

El ducto tendrá 2 salidas una para secar la parte de arriba del cilindro y otra para la parte cilíndrica; entonces se necesitara 10000 CFM que es la suma de las dos salidas de aire a 5000 CFM dato obtenido como anteriormente se especifico.

El ducto tendrá una longitud de 1m donde incluye un codo para conducir el aire para arriba a 10000 CFM y 4.12m para la distribución de aire para el interior de la maquina a 5000 CFM con 2 codos. Con estos datos se procede a determinar las pérdidas y obtener la presión estática total para la selección del ventilador centrífugo.

En la tabla del apéndice J se recomienda velocidades máximas para ductos ; donde se selecciona una velocidad de 20 m/s para caudales de 10000 CFM hasta 15000 CFM , con estos datos se procede a determinar el diámetro del ducto.

$$V=20\text{m/s} = 3937 \text{ fpm}$$

Para la salida del ducto :

$$Q=V \times A \qquad \text{ecuación (43)}$$

$$10000 = 3937 \times A$$

$$10000/ 3937 = \pi D^2 / 4$$

$$2.54 = \pi D^2 / 4$$

$$D= 1.8 \text{ ft}$$

Para la distribución de aire

De la tabla del apéndice J se selecciona una velocidad de 15m/s para caudales de 3000 hasta 6000 CFM.

$$15\text{m/s} = 2953 \text{ fpm}$$

$$5000 = 2953 \times A$$

$$1.7 = \pi D^2 / 4$$

$$D = 1.5 \text{ ft}$$

Ahora se procede a calcular las pérdidas en el ducto de la siguiente manera:

$$Q = 10000 \text{ CFM}, V = 3937 \text{ fpm} \text{ y } L = 1\text{m} = 3.3\text{ft}$$

De la gráfica del apéndice J se obtiene las pérdidas de fricción con el caudal y la velocidad

$$f = 0.85 \text{ in H}_2\text{O}/100 \text{ ft}$$

$$h_e = f \times L \quad \text{ecuación (44)}$$

$$h_{e1} = 0.85 \times 3.3 / 100 = 0.028 \text{ in H}_2\text{O} = 0.71 \text{ mm H}_2\text{O}$$

$$h_{e1} = 0.71 \text{ mm H}_2\text{O}$$

$$Q = 5000 \text{ CFM}, 2953 \text{ fpm} \text{ y } L = 4.12 \text{ m} = 13.5 \text{ ft}$$

De la tabla del apéndice J con el caudal y la velocidad se obtiene:

$$f = 0.61 \text{ in H}_2\text{O} / 100 \text{ ft}$$

$$h_{e2} = 0.61 \times 13.5 / 100 = 0.082 \text{ in H}_2\text{O} = 2.1 \text{ mm H}_2\text{O}$$

$$h_{e2} = 2.1 \text{ mm H}_2\text{O}$$

La pérdida total en la longitud del ducto es:

$$h_{et} = h_{e1} + h_{e2} = 2.1 + 0.71 = 2.82 \text{ mm H}_2\text{O}$$

Ahora se procede a calcular las pérdidas en los codos. Donde son 2 codos con un radio de curvatura de 20 cm Entonces:

$$R/D = 0.5$$

Siendo R el radio de curvatura de la tabla del apéndice J , con este dato se obtiene un factor $C = 0.9$

$$VP = (V/4005)^2 \quad \text{ecuación(45)}$$

$$VP = 0.54 \text{ in H}_2\text{O}$$

$$\text{La pérdidas en los codos} = (2)(0.9)(0.54) = 0.97 \text{ in H}_2\text{O} = 24.7 \text{ mm H}_2\text{O}$$

En el codo para $Q = 10000 \text{ CFM}$ se tiene:

$$R/D = 0.5$$

De la tabla del apéndice J se obtiene C para R/D=0.5 entonces C=0.9

Aquí se debe usar un solo codo por lo tanto se tiene:

$$VP=(3937/4005)^2$$

$$VP=0.97 \text{ in H}_2\text{O}$$

$$\text{Perdidas en el codo} = (0.9)(0.97) = 0.87 \text{ in H}_2\text{O} = 22 \text{ mm H}_2\text{O}$$

Perdidas por incremento de la velocidad del aire en la salida del ducto .De la tabla del apéndice J con 2953 fpm para obtener la velocidad 28m/s la pérdida de presión es aproximadamente 0.07 in H₂O entonces:

$$\text{Pérdida total de incremento de velocidad} = 2 (0.07) = 3.56 \text{ mm H}_2\text{O}$$

$$\text{Pérdida total estática} = SP = 2.82 + 24.7 + 22 + 3.56 = 53.1 \text{ mm H}_2\text{O}$$

$$SP = 53.1 \text{ mm H}_2\text{O}$$

Con el Q=10000 CFM y SP = 53.1 mm H₂O se procede a seleccionar el ventilador centrifugo siendo este modelo CMT/4 – 500/205 (Cumple con la Norma ATEX ver apéndice B)) las medidas y la curva característica del ventilador se las encuentra en el apéndice E en el proceso de secado se requiere de 2 ventiladores centrífugos uno en cada lado de la maquina.

Se procede a determinar las medidas de la sección rectangular de los ductos con los diámetros anteriormente calculados para el caudal de 10000 CFM se tiene una sección de 18 x 18 ambas medidas en pulgadas y para un diámetro equivalente de 1.8 ft se observa en la tabla del apéndice J, para $Q=5000\text{CFM}$ ducto de 18 x 15 de sección rectangular para un diámetro equivalente de 1.5 ft ;se recomienda mantener una lado igual en los ductos.

En cada salida de aire del ducto para incrementar la velocidad se debe tener como medidas en la parte de arriba 18 x 7.1 pulgadas y en la parte lateral 25.2 x 5.12 pulgadas.

CAPITULO 4

4. ANÁLISIS DE COSTOS

A continuación se presenta un análisis detallado de costos. Aquí se muestra la inversión del material útil para la fabricación del equipo, luego se muestra el costo de los equipos que se pueden adquirir en el mercado. Finalmente, el costo de la mano de obra directa y se hace un análisis comparativo entre otro equipo importado de similares características para determinar la factibilidad del equipo.

**TABLA 4.1
ANALISIS DE COSTOS**

Costo de material

Cantidad	Unidad	Descripción	Costo unitario	Total
4	Kg	Acero de transmisión SAE 1018;Ø=35mm	2,75	11
3	unidad	Ángulo L(50x50x3)mm x6m	12,50	37,50
5	unidad	(Perfil UPN140)x6m	94,50	472,50
4	unidad	(perfil UPN80)x6m	78,75	315
4	unidad	Perfil HEB100 x6m	116,92	467,67
1	unidad	Plancha acero A36 (1220x2440x6)mm	136	136
17	unidad	Plancha de acero inoxidable 304 L(1220x2440x2)mm	216	3672
6	unidad	Plancha de acero inoxidable 304L (1220x2440x3)mm	324	1944
200	unidad	Rociadores	20	4000
88	unidad	Perno M8x1.25x30	0,25	22
88	unidad	Tuerca M8 x 1.25	0,15	13.20
25	Kg	Soldadura Φ1/8 E-314L	17	425
5	unidad	Varilla de tungsteno Φ=3/32 pulgada	4	20

Cantidad	Unidad	Descripción	Costo unitario	Total
10	Kg	material de aporte acero inoxidable 304L	12,65	126,50
67	m	Tubería $\Phi=25.4\text{mm}$, roscable acero inox. 304L, cédula 40	13,43	899,91
14	m	Tubería $\Phi=50.8\text{mm}$, roscable acero inox. 304L, cédula 40	49,73	696,22
100	unidad	Codo 45° $\Phi=25.4\text{mm}$ acero inoxidable 304L, cédula 40	3,92	392
16	unidad	Codo 90° $\Phi=25.4\text{mm}$ acero inoxidable roscable 304L, cédula 40	2,15	34,40
5	unidad	Codo 90° $\Phi=25.4\text{mm}$ acero inoxidable roscable 304L, cédula 40	6,12	30,60
25	unidad	Union acero inox. 304L para tuberías roscable $\Phi=1\text{pulgada}$	2,30	57,50
15	unidad	Union roscable acero inox. 304L para tuberías $\Phi=2\text{pulgadas}$	5,97	89,55
8	unidad	Neplos inoxidable 2 x 2	6,18	49,44
38	unidad	Te acero inoxidable 304L cédula 40	6,12	232,56
1	unidad	Válvula compuerta 25,4mm	10,24	10,24
50	unidad	Tapón hembra inoxidable 25.4mm	4,59	229,50
6	unidad	Planchas acero galvanizado (1220x2440x2)mm	29,44	176,64
4	unidad	Chumacera UCF 212-36; soporte brida 1 ¼ pulgada	32,27	129,08
1	unidad	Abrazadera $\Phi=30\text{mm}$	28	28

Cantidad	Unidad	Descripción	Costo unitario	Total
1	galón	Detergente BH-38	25,35	25,35
18	unidad	bisagra	2,20	39,60
52	unidad	ganchos	4,90	254,80
52	unidad	Girador	4,20	218,40
52	unidad	eslabón	3,14	163,28
1	unidad	Polea 3 pulgadas con bujes SH 1¼	13,17	13,17
1	unidad	Polea 14 pulgadas con bujes SK ¼	69,28	69,28
1	unidad	Banda PIX B-50 pulgadas	3,10	3,10
26	m	Cadena para transportador biplanar; paso 50,8	20,02	520,45
10	Kg	Soldadura Φ 3/16 pulgadas, E7018	2,37	23,70
		Subtotal		\$16054.14

Costos de equipos

Cantidad	descripción	Costo unitario	Total
1	Motorreductor bonfiglioli VF 49_60 (1hp)	383,27	383,27
3	Bomba Goulds HSC07 ,(1.5hp)	518,26	1554,78
1	Bomba Goulds 3656/3756 S-Group (2hp)	859,05	859,05
2	Ventiladores centrifugos CMT/-500/205	990,25	1980,50
52	Trolley	18	936,45
1	Engrane, paso 50,8 con 12 dientes	85	85
1	Filtro; malla 200	50,46	50,46
4	FAG rodamiento rigido de bola 6206.2RSR.C3	12,97	51.88
3	Ruedas para las esquinas del transportador aereo	15	45
8	Resistencia eléctricas con termostato	25,20	201,60
1	Componentes del sistema de control incluido tablero eléctrico		650
	Subtotal		\$6796,39

Costo de mano de obra directa

Parte o pieza	Cantidad	Trabajo realizado	Costo
Árbol para engrane y rueda en las esquinas	4	Desbastado refrentado	24
Planchas para parte recta del túnel	12	Corte esmerilado soldadura	425
Planchas para parte curva del túnel	5	Corte esmerilado doblado soldadura	175
Estructura y perfil guía	1	Corte esmerilado soldadura	300
Cisternas	4	Corte esmerilado soldadura	150
Tendido de tuberías		Instalación de bombas instalación de tuberías	150
Ducto de ventilación	2	Corte esmerilado doblado soldadura	180
Sistema eléctrico		Instalación del sistema de control	120
		Subtotal	\$1524

El costo de materiales, equipos y mano de obra es \$24376,13 , además de esta cantidad hay que agregar \$ 4000 el costo de dirección técnica . El costo total del diseño es \$28376,13 realizando una comparación con una maquina importada que cuesta \$ 38000 hay una gran ventaja porque esta maquina tiene una capacidad menor. Por lo tanto, es más económico y factible el proyecto del túnel de lavado de cilindros G.L.P.

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Existe la posibilidad de construir el equipo dentro de nuestro país, porque existen todos los materiales, equipos y mano de obra con buen desempeño y capacitación para realizar trabajos y de esa manera poder lograr este proyecto.
2. El costo de construcción del diseño es menor que un sistema de lavado importado de Europa. El diseño tiene una capacidad de lavado superior; por lo cual, lo hace competitivo la fabricación de la maquina.
3. La inversión de una maquina de fabricación permite el incremento del área de construcción de maquinaria y generación de fuente de trabajo en nuestro país.

4. El proceso de construcción puede darse con una inversión en forma progresiva; dependiendo de la situación económica de la empresa.
5. Por ser un diseño se puede realizar modificaciones con el transcurso de la construcción de la maquina, siempre y cuando no altere los parámetros iniciales e importante del proyecto.
6. El equipo esta diseñado para una gran capacidad de lavado, a su vez es confiable, posee facilidades para realizarle mantenimiento cuando se requiera y con una gran ventaja que es el ahorro de agua.

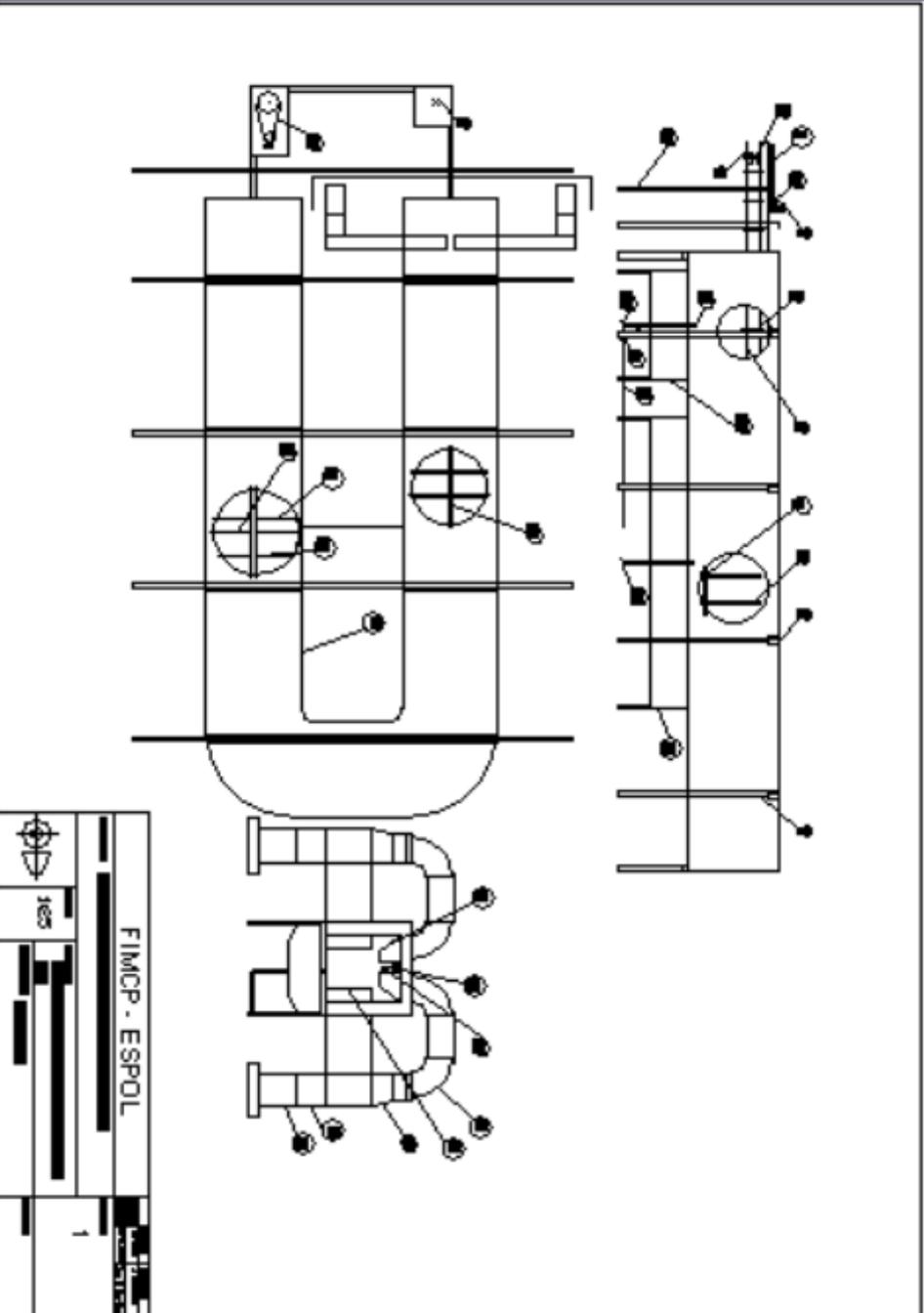
RECOMENDACIONES

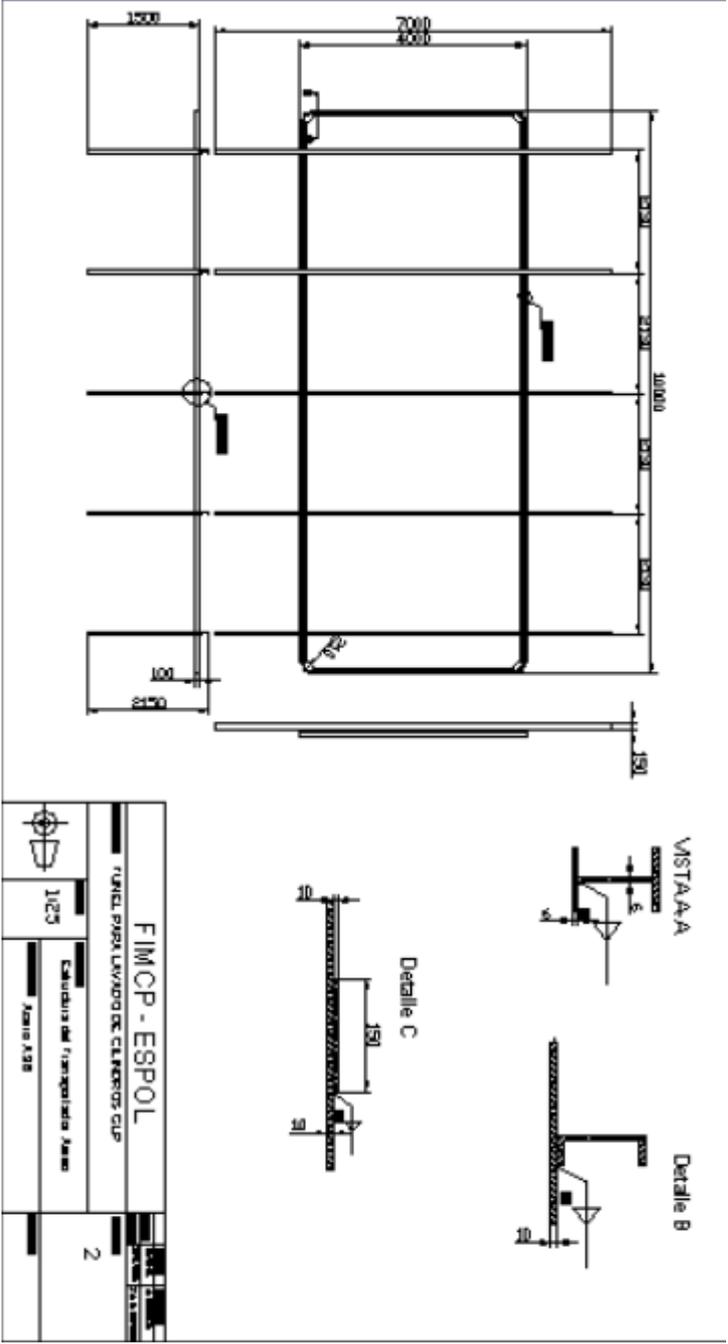
1. Se recomienda a los estudiantes que lean este proyecto, investigar y aplicar los conocimientos adquiridos para realizarle una automatización al equipo en las diferentes etapas del sistema de lavado.
2. Se recomienda realizar un proyecto para evitar la acumulación de cilindros a la entrada y salida del túnel del lavado sea este, un mecanismo con dos bandas transportadoras junto al operador que retira y coloca los cilindros sincronizando los tiempos de salida de cada cilindro.
3. Realizar un estudio a este equipo y poder aumentar su capacidad, debido al incremento de la población y que a su vez sea usado este sistema de lavado en las diferentes plantas envasadoras y todas cumplan con un sistema de calidad, mejor la entrega del producto y realizar este paso para seguir mejorando y desarrollando los procesos de producción de nuestro país.

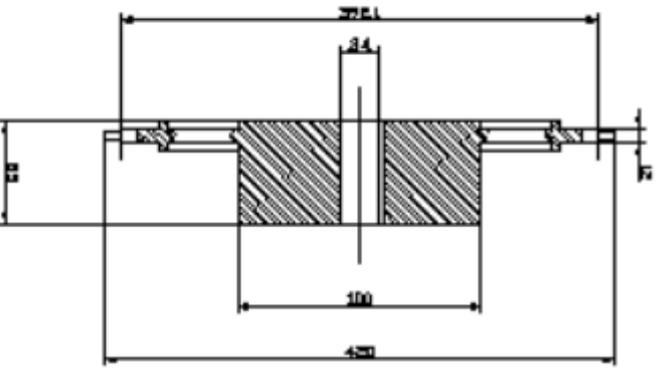
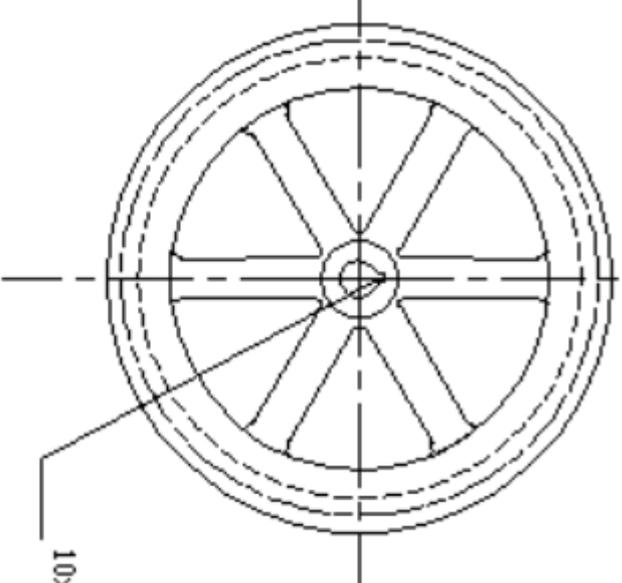
PLANOS

TUNEL PARA LAVADO EXTERIOR

DE CILINDROS GLP 15KG

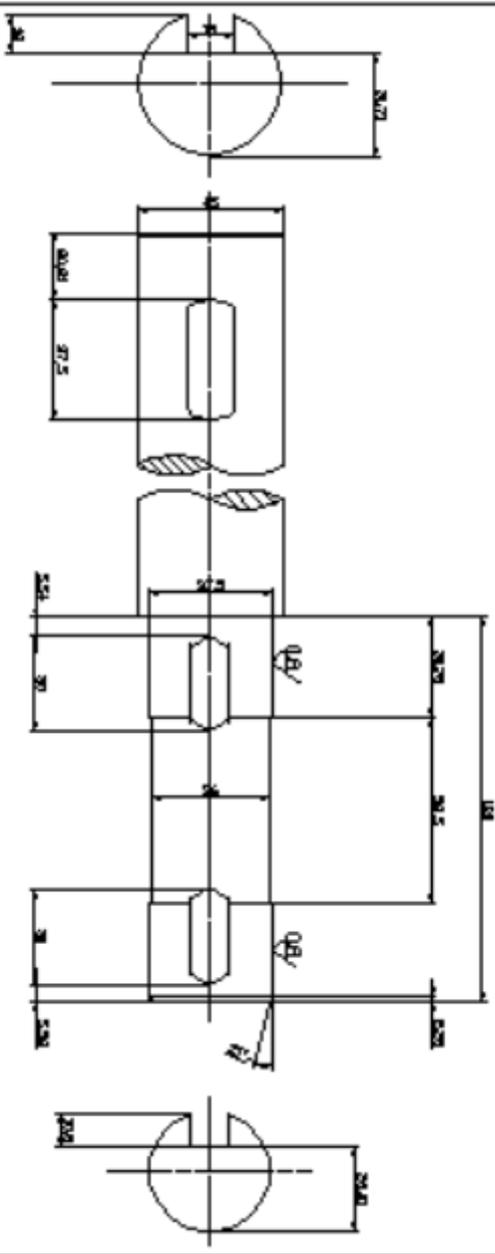




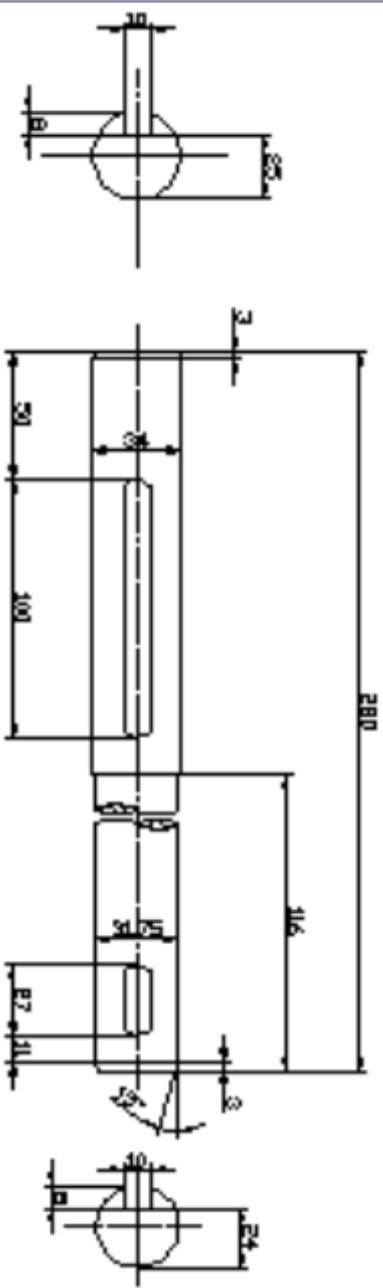


<p>FIMCP - ESPOL</p>		<p>3</p>
<p>TUNEL PARA LAVADO DE CILINDROS</p>		<p>3</p>
<p>1/4</p>	<p>ENGRANE PARA EL TRANSDUCTADOR AEREO</p>	<p>3</p>
<p>1/4</p>	<p>ASPO RANCHO</p>	<p>3</p>

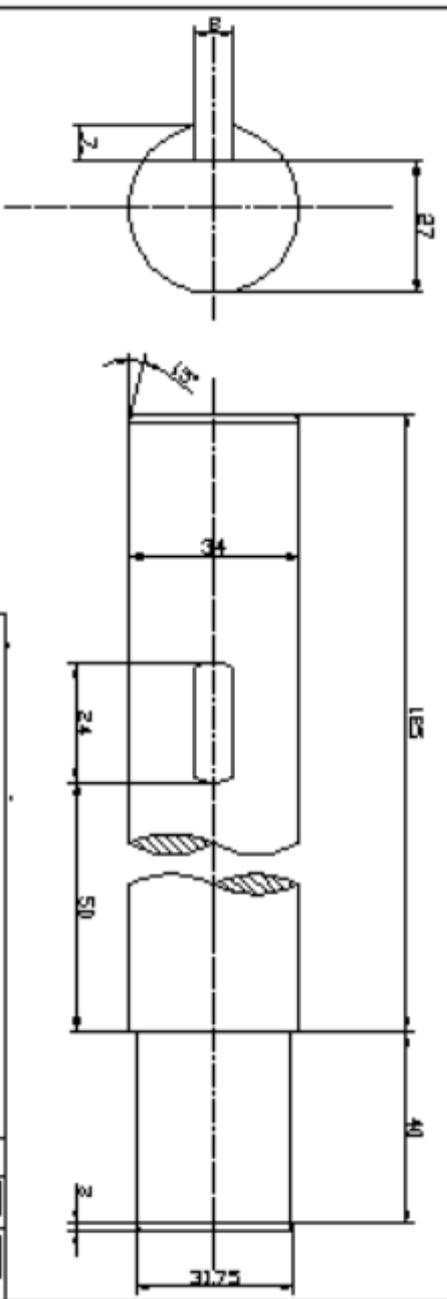




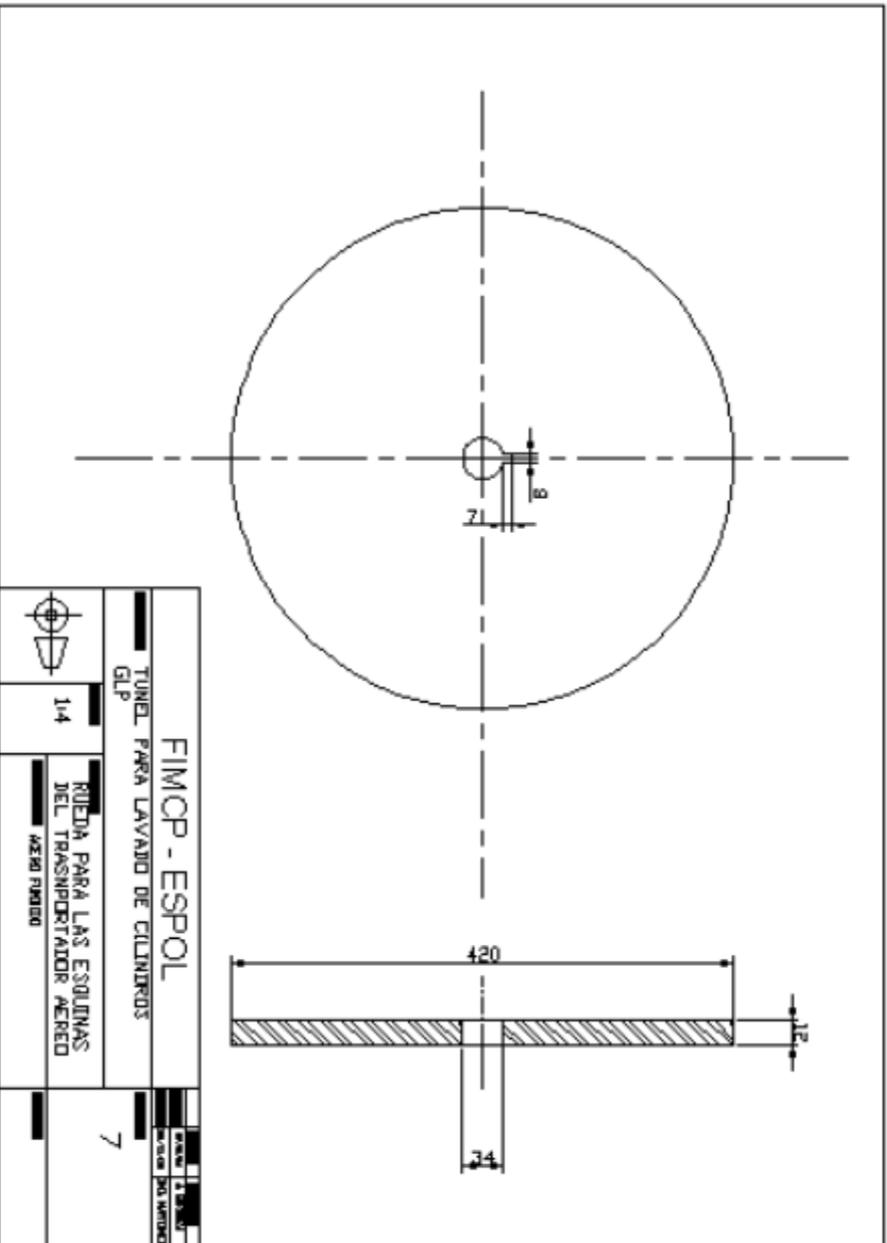
<p>FIMCP - ESPOL</p> <p>TUNEL PARA LAVADO DE CILINDROS</p> <p>CLP</p>		<p>311</p>
<p>PROYECTO DE INGENIERIA A LA SALIDA DEL</p> <p>INSTRUMENTO</p> <p>ALUMNO DE TERCER AÑO DEL IAN</p>		<p>4</p>

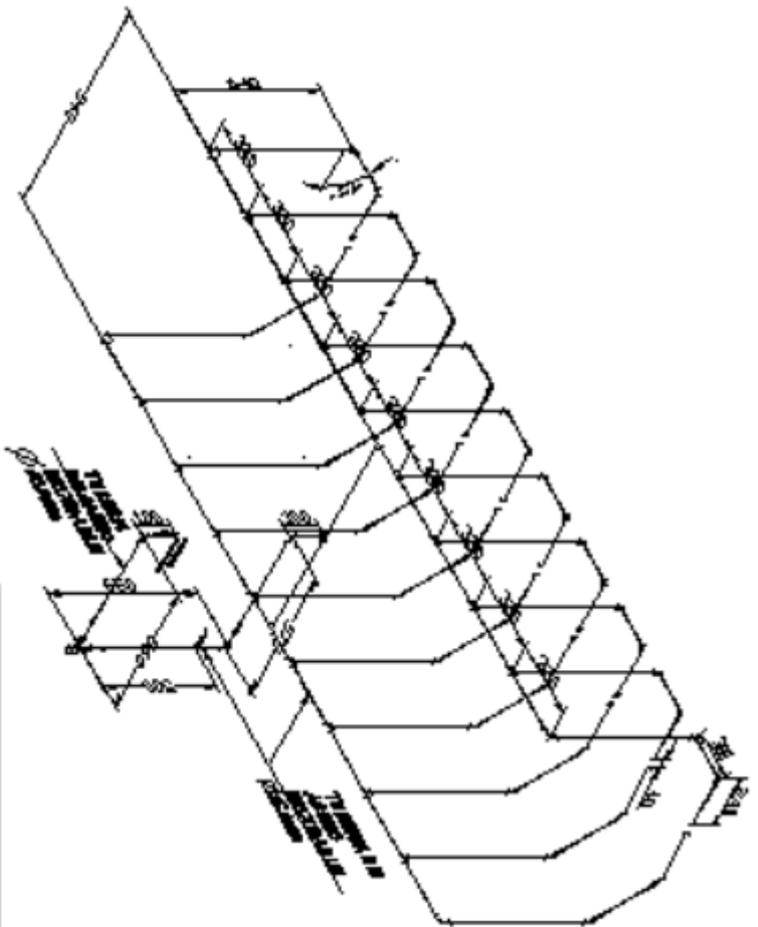


FIMCP - ESPOL		REVISOR		FECHA	
TUNEL PARA LAVADO DE CILINDROS		DISEÑADOR		AUTORIZADO	
1Q		5			
TUNEL PARA EL ENGRANE DEL TRANSPORTADOR AEREO UNIDAD DE MANTENIMIENTO VACC 028					

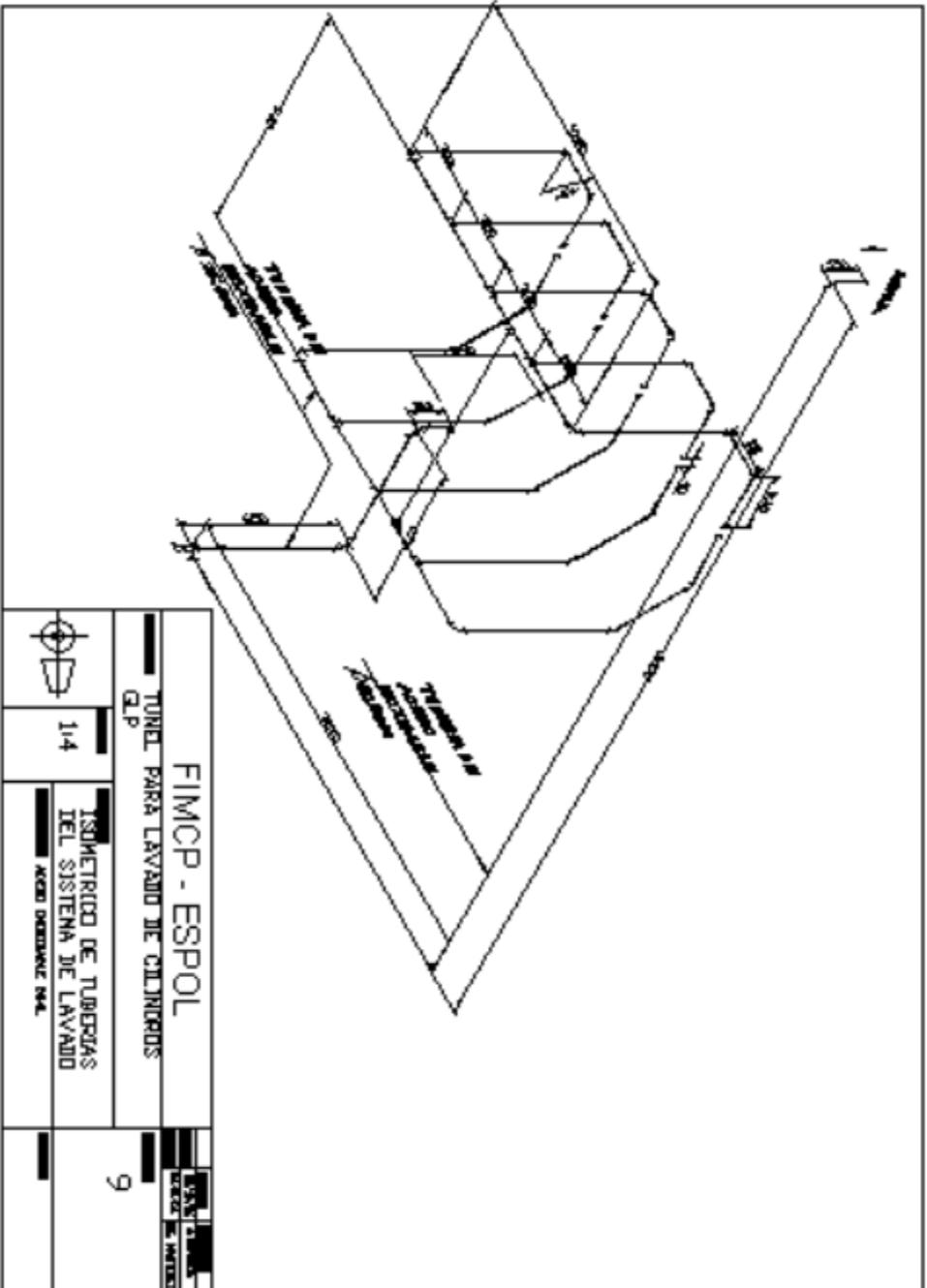


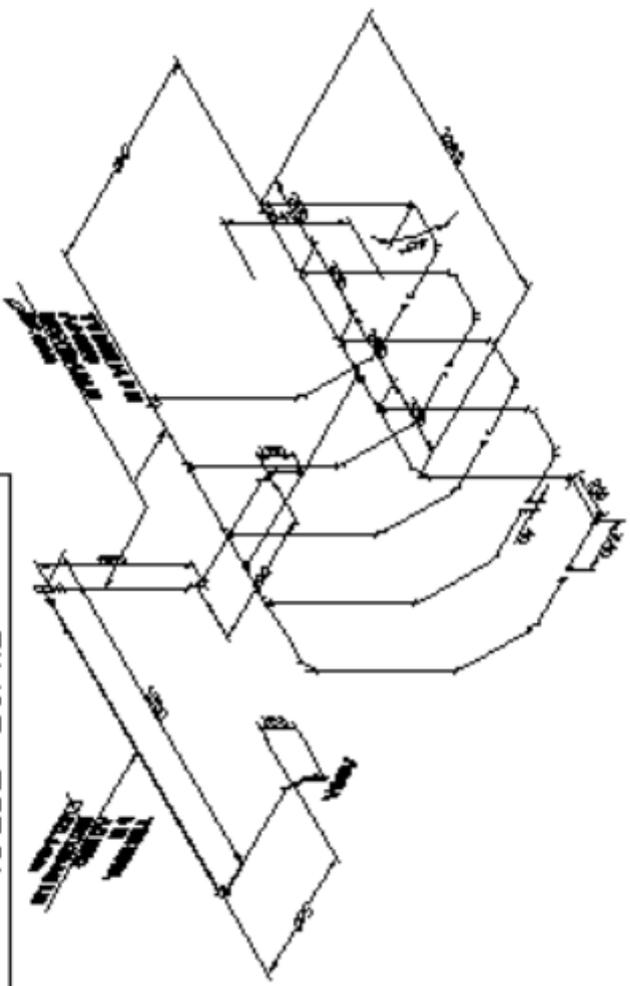
FIMCP - ESPOL TUBO PARA LAVADO DE CILINDROS G.P		111	AREA PARA LA TRANSMISION DE LAS FUERZAS DEL TRANSDUCTOR AGRADO AREA DE TRANSMISION AREA 200
6		6	6



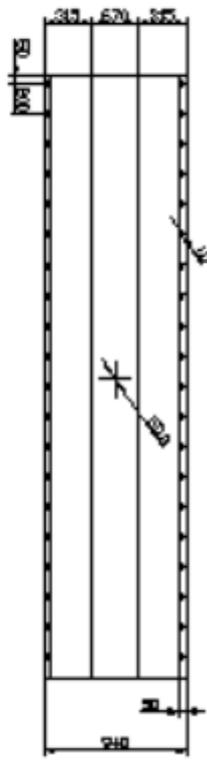
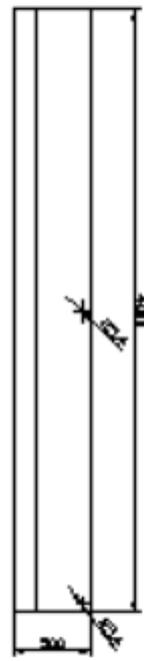
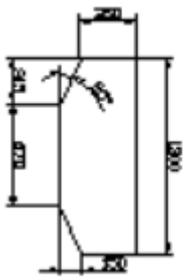


FIMCP - ESPOL		<small> DISEÑO: J. G. GARCÍA REVISIÓN: J. GARCÍA APROBACIÓN: J. GARCÍA </small>
TUNEL PARA LAVADO DE CINERAS GLP		8
1/4	ISOMÉTRICO DE TUBERÍAS DEL SISTEMA DE LAVADO	
		



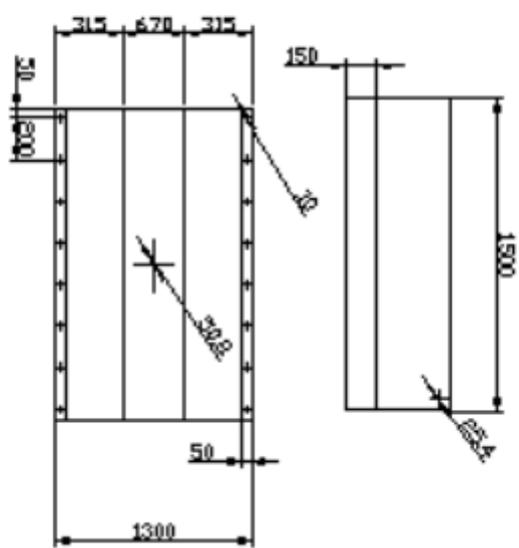
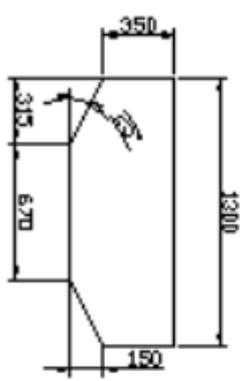


FIMCP - ESPOL		PROYECTO	FECHA
TUNEL PARA LAVADO DE CILINDROS			
GIP			
1/4	CONECTOR DE TUBERIAS DEL SISTEMA DE LAVADO		
	ACORD MEDIANTE PNL		
		10	

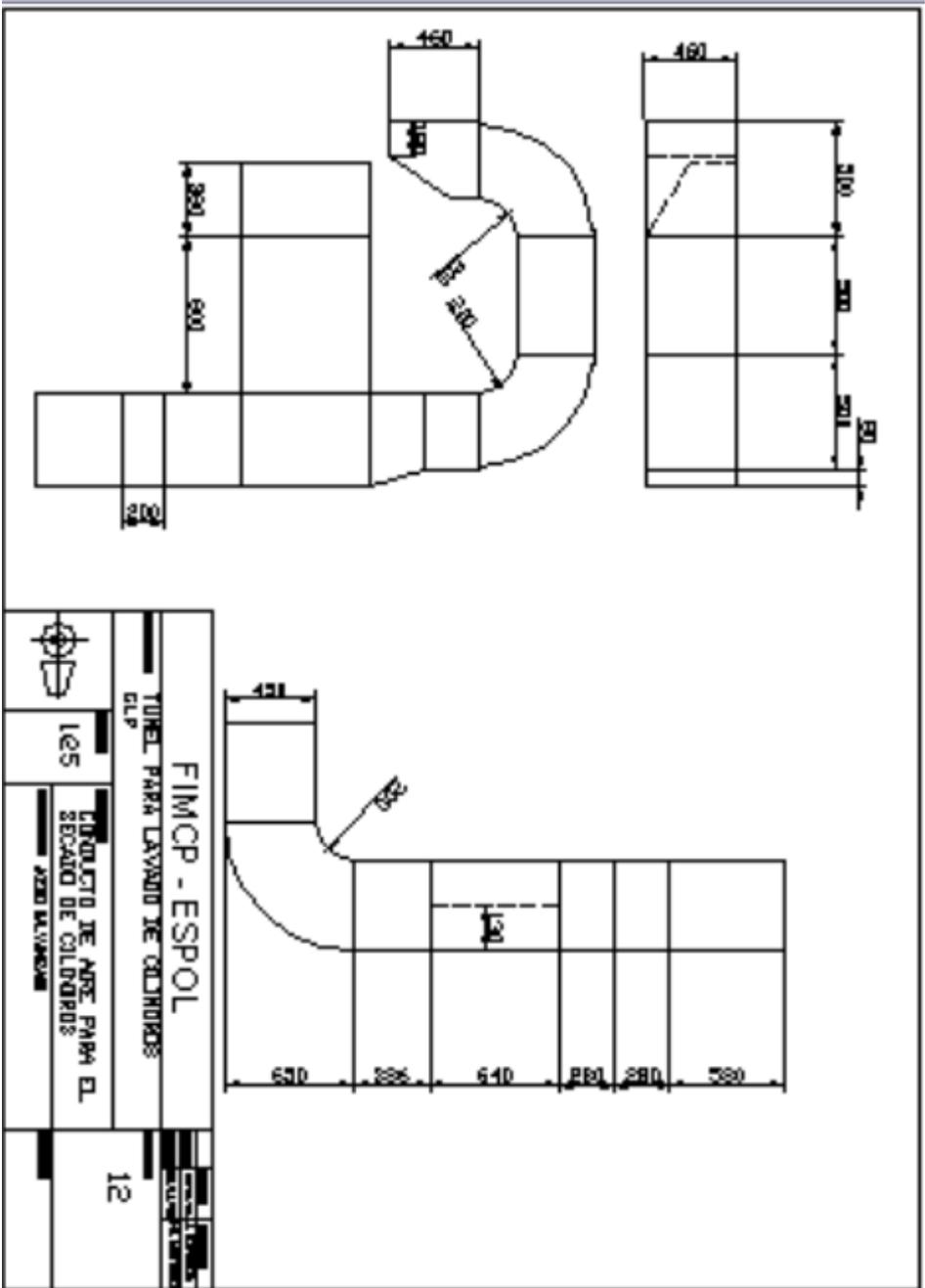


FIMCP - ESPOL TUNEL PARA LAVADO DE CILINDROS GUP		PROYECTO 11
1/4	RESERVOIRIO DE AGUA PARA SISTEMA DE LAVADO AGRO INDUSTRIAL S.A.	PLAN 11





FIMCP - ESPOL			
TORIL PARA LAVADO DE CILINDROS			
6LP			
1/4			
RESERVOIRIO DE AGUA PARA SISTEMA DE ENLUNQUE			
ACERO INOXIDANTE 304			
11			



APENDICES

APENDICE A

NORMAS

Anexo 1

LA ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN (ISO) Y LA SERIE DE NORMAS ISO 9000¹⁸

La ISO elabora Normas y Guías internacionales conciliando los intereses de usuarios, fabricantes, comunidades científicas y gobiernos. Estas normas abarcan todos los campos con excepción de la normalización en tecnología eléctrica y en electrónica, de la que se encarga la Comisión Electrotecnia Internacional (IEC).

Establece además guías y normas para evaluar la conformidad. A través del Comité de Evaluación de la Conformidad (CASCO), ISO elabora los requisitos para la certificación de productos y de sistemas así como los requisitos para la acreditación de organismos de certificación de sistemas, de personal, de productos y para la acreditación de laboratorios de calibración y ensayos.

Entre las normas publicadas por la ISO, la más conocida internacionalmente es la familia de Normas ISO 9000. Este conjunto de normas describe la manera de llevar adelante la Gestión de la Calidad y el armado de los correspondientes Sistemas de la Calidad y Mejora Continua en una organización.

En 1987 se publica la primera versión de las normas ISO 9000. Estas normas son el reflejo del consenso a nivel mundial de los especialistas en este

La Organización Internacional de Normalización (ISO), es una federación mundial de los organismos nacionales de normalización, tiene por finalidad promover la normalización y actividades relacionadas a ella, para agilizar el intercambio de bienes y servicios y estimular la cooperación a nivel científico, económico, tecnológico e intelectual, todo ello a nivel mundial.
www.iso.org

53

18 En: "Sistemas de gestión de la calidad ISO 9000:2000" UNIT, Montevideo, 2002.

La revisión de las normas ISO 9000 se basa en los siguientes ocho principios de Gestión de la Calidad establecidos en las Normas ISO 9000 y 9004:

- Organización dirigida al cliente
- Liderazgo
- Participación del personal
- Enfoque fundado en procesos
- Enfoque de sistema para la gestión
- Mejora continua
- Enfoque basado en los hechos para la toma de decisiones
- Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor

tema. Es el Comité Técnico N° 176 (ISO/TC “Gestión de la Calidad y Aseguramiento de la Calidad”) creado dentro de la ISO en 1979, el que se encarga de elaborar normas genéricas y de aplicación a nivel mundial, sobre esta temática.

En 1994 se terminó la primera revisión de las mismas (ISO 9000:1994) y luego se realizó una segunda revisión publicada en diciembre de 2000 (ISO 9000:2000). En esta revisión importaba asegurar que las normas pudieran aplicarse a todo tipo y tamaño de organi-

zaciones. Se intentaba también evitar la propagación de normas de sistemas de gestión de la calidad para sectores específicos.

Más allá de esto el Comité ISO/TC 176 elabora programas particulares de gestión basados en las normas ISO 9000:2000, para algunos sectores que lo necesiten. Para la revisión, se tuvieron también en cuenta otras iniciativas, como las bases para los Premios Nacionales de Calidad o de los programas de Gestión Total de la Calidad.

54

El enfoque centrado en procesos

Esta es la característica quizá más importante de la norma ISO 9000. Dentro de la familia de normas, la ISO 9004-2000 (Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para la mejora del desempeño) especifica claramente este enfoque de la siguiente forma:

“Esta norma promueve la adopción de un enfoque de procesos para desarrollar, implementar y mejorar la eficacia y la eficiencia de un sistema de gestión de la calidad, para proporcionar satisfacción a todas las partes interesadas mediante el cumplimiento de los requisitos de las mismas.

Para que una organización funcione en forma eficaz y eficiente, tiene que identificar y gestionar numerosas actividades que están relacionadas. Una actividad que emplea recursos y que los gestiona para facilitar la transformación de entradas en resultados, es considerado como un proceso. Con frecuencia los



resultados de un proceso constituyen directamente las entradas del siguiente proceso.

La aplicación de un sistema de procesos dentro de una organización, en conjunción con la identificación y con las interacciones y la gestión de estos procesos puede ser referida como un "enfoque de procesos".

Una ventaja de este enfoque de procesos es el control que en la marcha proporciona sobre los enlaces entre los procesos individuales dentro del sistema de procesos, así como sobre su combinación e interacción.

Cuando se usa dentro de un sistema de gestión de la calidad, dicho enfoque hace énfasis en la importancia de:

- el entendimiento y el cumplimiento de los requisitos,
- la necesidad de considerar los procesos en términos del valor que aportan,
- la obtención de resultados basada en el desempeño y la eficacia de los procesos,
- la mejora continua de los procesos basada en mediciones objetivas.

La serie de Normas ISO 9000:2000 está constituida por:

- la norma ISO 9000:2000 (Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario), que sustituye la norma ISO 8402 (Vocabulario) y parte de la norma 9000-1:1994 (Directrices para la implantación de sistemas). Esta norma no es certificable.

- la norma ISO 9001:2000 (Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos), que se usa para la certificación del sistema. Describe los requisitos del sistema de Gestión de la Calidad que la organización debe cumplir para brindar un producto o servicio satisfactorio a sus clientes. Esta norma reemplaza las normas ISO 9001:1994, ISO 9002:1994 e ISO 9003:1994.

- la norma ISO 9004:2000 (Sistemas de gestión de la calidad. Recomendaciones para la mejora del desempeño), señala directrices pero no describe requisitos por lo cual no se usa para la certificación. Esta norma apunta a la mejora del funcionamiento de la organización y a la satisfacción de todas las partes interesadas. Esta norma reemplaza las normas ISO 9004-1/2/3/4:1994.

- la norma ISO 19011 (Guía relativa a las auditorías de la gestión de la calidad y de la gestión medioambiental), sustituyó a las normas ISO 10011 (Auditorías de Calidad) e ISO 14010/11/12 (Auditorías Ambientales).

NORMA
INTERNACIONAL

ISO
9001

Traducción certificada
Certified translation
Traduction certifiée

**Sistemas de gestión de la calidad —
Requisitos**

Quality management systems — Requirements

Systèmes de management de la qualité — Exigences

Impreso en la Secretaría Central de ISO en Ginebra, Suiza, en tanto que traducción oficial en español por cuenta de 5 comités miembros de ISO (véase lista en página ii) que han certificado la conformidad de la traducción en relación con las versiones inglesa y francesa.



Número de referencia
ISO 9001:2000
(traducción certificada)

© ISO 2000

Introducción

0.1 Generalidades

La adopción de un sistema de gestión de la calidad debería ser una decisión estratégica de la organización. El diseño y la implementación del sistema de gestión de la calidad de una organización están influenciados por diferentes necesidades, objetivos particulares, los productos suministrados, los procesos empleados y el tamaño y estructura de la organización. No es el propósito de esta Norma Internacional proporcionar uniformidad en la estructura de los sistemas de gestión de la calidad o en la documentación.

Los requisitos del sistema de gestión de la calidad especificados en esta Norma Internacional son complementarios a los requisitos para los productos. La información identificada como "NOTA" se presenta a modo de orientación para la comprensión o clarificación del requisito correspondiente.

Esta Norma Internacional pueden utilizarla partes internas y externas, incluyendo organismos de certificación, para evaluar la capacidad de la organización para cumplir los requisitos del cliente, los reglamentarios y los propios de la organización.

En el desarrollo de esta Norma Internacional se han tenido en cuenta los principios de gestión de la calidad enunciados en las Normas ISO 9000 e ISO 9004.

0.2 Enfoque basado en procesos

Esta Norma Internacional promueve la adopción de un enfoque basado en procesos cuando se desarrolla, implementa y mejora la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos.

Para que una organización funcione de manera eficaz, tiene que identificar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre sí. Una actividad que utiliza recursos, y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados, se puede considerar como un proceso. Frecuentemente el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso.

La aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización, junto con la identificación e interacciones de estos procesos, así como su gestión, puede denominarse como "enfoque basado en procesos".

Una ventaja del enfoque basado en procesos es el control continuo que proporciona sobre los vínculos entre los procesos individuales dentro del sistema de procesos, así como sobre su combinación e interacción.

Un enfoque de este tipo, cuando se utiliza dentro de un sistema de gestión de la calidad, enfatiza la importancia de

- a) la comprensión y el cumplimiento de los requisitos,
- b) la necesidad de considerar los procesos en términos que aporten valor,
- c) la obtención de resultados del desempeño y eficacia del proceso, y
- d) la mejora continua de los procesos con base en mediciones objetivas.

El modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos que se muestra en la figura 1 ilustra los vínculos entre los procesos presentados en los capítulos 4 a 8. Esta figura muestra que los clientes juegan un papel significativo para definir los requisitos como elementos de entrada. El seguimiento de la satisfacción del cliente requiere la evaluación de la información relativa a la percepción del cliente acerca de si la organización ha cumplido sus requisitos. El modelo mostrado en la figura 1 cubre todos los requisitos de esta Norma Internacional, pero no refleja los procesos de una forma detallada.

NOTA De manera adicional, puede aplicarse a todos los procesos la metodología conocida como "Planificar-Hacer-Verificar-Actuar" (PHVA). PHVA puede describirse brevemente como:

Planificar: establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.

Hacer: Implementar los procesos.

Verificar: realizar el seguimiento y la medición de los procesos y los productos respecto a las políticas, los objetivos y los requisitos para el producto, e informar sobre los resultados.

Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos.

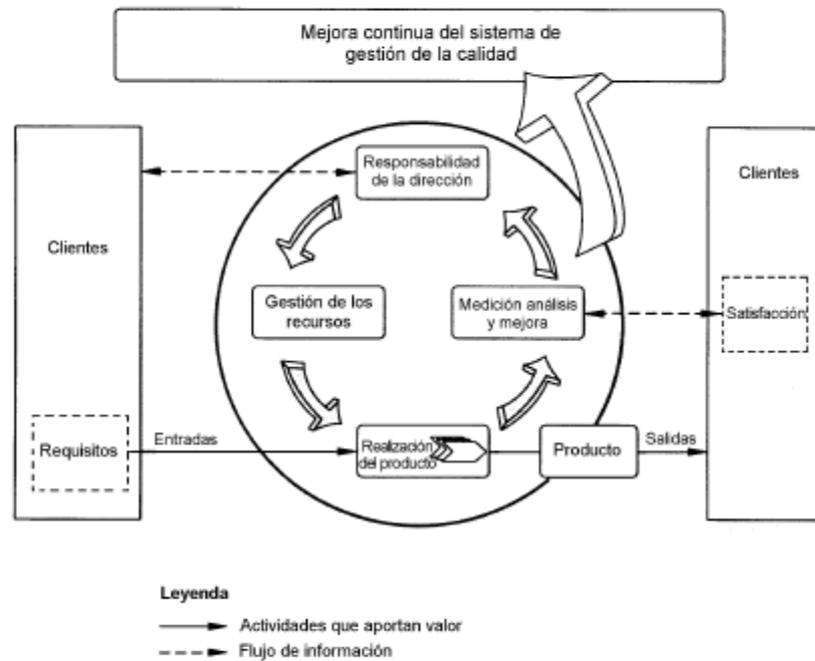


Figura 1 — Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos

0.3 Relación con la Norma ISO 9004

Las ediciones actuales de las Normas ISO 9001 e ISO 9004 se han desarrollado como un par coherente de normas para los sistemas de gestión de la calidad, las cuales han sido diseñadas para complementarse entre sí, pero que pueden utilizarse igualmente como documentos independientes. Aunque las dos normas tienen diferente objeto y campo de aplicación, tienen una estructura similar para facilitar su aplicación como un par coherente.

La Norma ISO 9001 especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad que pueden utilizarse para su aplicación interna por las organizaciones, para certificación o con fines contractuales. Se centra en la eficacia del sistema de gestión de la calidad para dar cumplimiento a los requisitos del cliente.



2.4. Certificaciones Ex en Norteamérica

Tanto Estados Unidos como Canadá pertenecen a la Comisión de Electro-
tecnia Internacional (IEC) aunque, a
diferencia de Europa, la integración
de las recomendaciones IEC sobre
zonas Ex (zonas con riesgo) en la
legislación nacional se ha producido
muy recientemente. Esto se traduce
en que en la actualidad existen dos
sistemas de normalización vigentes.
El código de prácticas de instalación
aparece estipulado en los reglamen-
tos nacionales relevantes (NEC =
National Electrical Code para Estados
Unidos, o CEC = Canadian Electrical
Code para Canadá). Las principales
diferencias con respecto a los
reglamentos europeos residen en las
"divisiones" en que se dividen las
zonas Ex, y en que las conexiones
eléctricas deben hacerse utilizando
conductos de cable (tubos a través de
los cuales pasan los cables). Los
reglamentos válidos desde entonces
se han incorporado al Artículo 500 de
la NEC, y la nueva recomendación
IEC se ha trasladado al Artículo 505
de la NEC. Distinguiremos entre
estos dos artículos para simplificar
nuestra exposición:

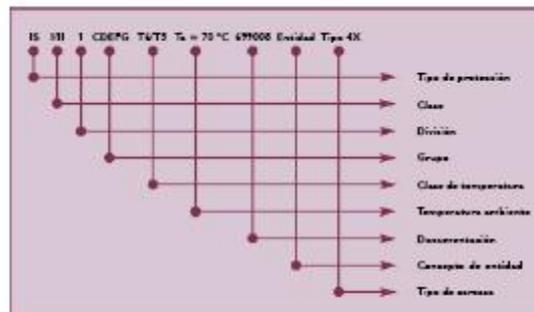
NEC Artículo 505

Permite el uso de los mismos tipos
de protección que la serie de normas
IEC 60079 que están aprobadas –y se
utilizan– en Europa. No obstante,
además de los requisitos de diseño
resultantes, la conexión eléctrica
debe realizarse mediante un conduc-
to (exceptuando la seguridad intrínse-
ca). Esta conexión mediante conducto
debe ser capaz de soportar la presión
de explosión asociada al grupo. El
resultado es un diseño muy resiste-
nte y unos costes de fabricación altos,
por lo que, previsiblemente, en el
futuro se utilizará un diseño para
Europa y otro distinto para
Norteamérica. Por lo demás, se

aplican las mismas normas que se
detallan en el apartado 4 de este
documento. En lo que se refiere al
marcaje, conviene señalar que en
lugar de la marca EEx se utiliza AEx.

NEC Artículo 500

Este artículo no aprueba los mismos
tipos de protección que en Europa.
Además, conviene indicar que las
mezclas potencialmente explosivas
también pueden estar presentes en
los conductos de conexión (conexión
eléctrica, normalmente con una rosca
interna NPT de 1/4 pulgada), que
deben ser capaces de soportar una
presión de explosión de hasta 415
bar, dependiendo de la clase de
certificación. Esto explicaría lo
altamente resistente que, en ocasio-
nes, resulta el diseño de estas
conexiones. El marcaje y clasificación
del equipo se ilustra con el siguiente
ejemplo.



La Norma ISO 9004 proporciona orientación sobre un rango más amplio de objetivos de un sistema de gestión de la calidad que la Norma ISO 9001, especialmente para la mejora continua del desempeño y de la eficiencia globales de la organización, así como de su eficacia. La Norma ISO 9004 se recomienda como una guía para aquellas organizaciones cuya alta dirección desee ir más allá de los requisitos de la Norma ISO 9001, persiguiendo la mejora continua del desempeño. Sin embargo, no tiene la intención de que sea utilizada con fines contractuales o de certificación.

0.4 Compatibilidad con otros sistemas de gestión

Esta Norma Internacional se ha alineado con la Norma ISO 14001:1996, con la finalidad de aumentar la compatibilidad de las dos normas en beneficio de la comunidad de usuarios.

Esta Norma Internacional no incluye requisitos específicos de otros sistemas de gestión, tales como aquellos particulares para la gestión ambiental, gestión de la seguridad y salud ocupacional, gestión financiera o gestión de riesgos. Sin embargo, esta Norma Internacional permite a una organización integrar o alinear su propio sistema de gestión de la calidad con requisitos de sistemas de gestión relacionados. Es posible para una organización adaptar su(s) sistema(s) de gestión existente(s) con la finalidad de establecer un sistema de gestión de la calidad que cumpla con los requisitos de esta Norma Internacional.

ANEXO I

ANEXO C DE LA DIRECTIVA 91/269/CEE

Material eléctrico para atmósfera explosiva del grupo I

I. Marca comunitaria distintiva



Marcado del material eléctrico objeto de un certificado de control

Cuando un material eléctrico no conforme con las normas armonizadas ha sido objeto de un certificado de control previsto en el artículo 9, habrá que completar la marca distintiva comunitaria, por lo menos, con el siguiente marcado:

1. El símbolo S, que significa que se trata de un material eléctrico para minas con riesgo de grisú cubierto por un certificado de control. Dicho símbolo deberá colocarse inmediatamente detrás de la marca distintiva comunitaria, como se indica a continuación.
2. Las dos últimas cifras del año de expedición del certificado de control.

3. El número de orden del certificado de control en el año en que se efectúe.
4. El nombre o la sigla del organismo autorizado para extender el certificado.
5. El nombre del constructor o su marca comercial registrada.
6. La designación del tipo dado por el fabricante.
7. El número de serie dado por el fabricante.
8. Si el laboratorio oficial acreditado estima necesario indicar determinadas condiciones especiales para una utilización en condiciones de seguridad, se colocará el signo «X» tras la referencia del certificado.
9. El marcado normalmente previsto por las normas de construcción del material eléctrico.
10. Cualquier otra indicación complementaria que el organismo autorizado para certificar considere necesaria.

ANEXO II

ANEXO A (DIRECTIVA 94/44/CE)

Normas armonizadas

Las normas armonizadas que deberá cumplir el material, dependiendo del tipo de protección, son las normas europeas mencionadas a continuación.
 A los certificados expedidos sobre la base de las normas recogidas en el cuadro subsiguiente se les llamará «certificados de la generación D». La letra D deberá figurar delante del número de cada certificado.

Normas europeas (establecidas por CENELEC, rue de Stassart 35, B-1050 Bruselas)

Número	Título	Edición	Fecha
EN 50014	Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas: Reglas generales	1	Marzo 1977. Julio 1979. Junio 1982. Diciembre 1982. Febrero 1986.
	Enmienda 1		
	Enmienda 2		
	Enmiendas 3 y 4		
	Enmienda 5		
EN 50015	Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas: Inmersión en aceite «o»	1	Marzo 1977. Julio 1979.
	Enmienda 1		
EN 50016	Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas: Envoltente con sobrepresión «p»	1	Marzo 1977. Julio 1979.
	Enmienda 1		
EN 50017	Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas: Relleno pulverulento «q»	1	Marzo 1977. Julio 1979.
	Enmienda 1		
EN 50018	Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas: Envoltente antideflagrante «d»	1	Marzo 1977. Julio 1979. Diciembre 1982. Noviembre 1985.
	Enmienda 1		
	Enmienda 2		
	Enmienda 3		
EN 50019	Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas: Seguridad aumentada «e»	1	Marzo 1977. Julio 1979. Septiembre 1983. Diciembre 1985.
	Enmienda 1		
	Enmienda 2		
	Enmienda 3		
EN 50020	Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas: Seguridad intrínseca «i»	1	Marzo 1977. Julio 1979. Diciembre 1985.
	Enmienda 1		
	Enmienda 2		
EN 50028	Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas: Encapsulado «m»	1	Febrero 1987.
EN 50033	Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas: Lámparas de casco	1	Marzo 1991.

Los términos siguientes, utilizados en esta edición de la Norma ISO 9001 para describir la cadena de suministro, se han cambiado para reflejar el vocabulario actualmente en uso.

proveedor -----> organización -----> cliente

El término "organización" reemplaza al término "proveedor" que se utilizó en la Norma ISO 9001:1994 para referirse a la unidad a la que se aplica esta Norma Internacional. Igualmente, el término "proveedor" reemplaza ahora al término "subcontratista".

A lo largo del texto de esta Norma Internacional, cuando se utilice el término "producto", éste puede significar también "servicio".

4 Sistema de gestión de la calidad

4.1 Requisitos generales

La organización debe establecer, documentar, implementar y mantener un sistema de gestión de la calidad y mejorar continuamente su eficacia de acuerdo con los requisitos de esta Norma Internacional.

La organización debe

- a) identificar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a través de la organización (véase 1.2),
- b) determinar la secuencia e interacción de estos procesos,
- c) determinar los criterios y métodos necesarios para asegurarse de que tanto la operación como el control de estos procesos sean eficaces,
- d) asegurarse de la disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar la operación y el seguimiento de estos procesos,
- e) realizar el seguimiento, la medición y el análisis de estos procesos, e
- f) implementar las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de estos procesos.

La organización debe gestionar estos procesos de acuerdo con los requisitos de esta Norma Internacional.

En los casos en que la organización opte por contratar externamente cualquier proceso que afecte la conformidad del producto con los requisitos, la organización debe asegurarse de controlar tales procesos. El control sobre dichos procesos contratados externamente debe estar identificado dentro del sistema de gestión de la calidad.

NOTA Los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad a los que se ha hecho referencia anteriormente deberían incluir los procesos para las actividades de gestión, la provisión de recursos, la realización del producto y las mediciones.

4.2 Requisitos de la documentación

4.2.1 Generalidades

La documentación del sistema de gestión de la calidad debe incluir

- a) declaraciones documentadas de una política de la calidad y de objetivos de la calidad,
- b) un manual de la calidad,

Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos

1 Objeto y campo de aplicación

1.1 Generalidades

Esta Norma Internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad, cuando una organización

- a) necesita demostrar su capacidad para proporcionar de forma coherente productos que satisfagan los requisitos del cliente y los reglamentarios aplicables, y
- b) aspira a aumentar la satisfacción del cliente a través de la aplicación eficaz del sistema, incluidos los procesos para la mejora continua del sistema y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos del cliente y los reglamentarios aplicables.

NOTA En esta Norma Internacional, el término "producto" se aplica únicamente al producto destinado a un cliente o solicitado por él.

1.2 Aplicación

Todos los requisitos de esta Norma Internacional son genéricos y se pretende que sean aplicables a todas las organizaciones sin importar su tipo, tamaño y producto suministrado.

Cuando uno o varios requisitos de esta Norma Internacional no se puedan aplicar debido a la naturaleza de la organización y de su producto, pueden considerarse para su exclusión.

Cuando se realicen exclusiones, no se podrá alegar conformidad con esta Norma Internacional a menos que dichas exclusiones queden restringidas a los requisitos expresados en el capítulo 7 y que tales exclusiones no afecten a la capacidad o responsabilidad de la organización para proporcionar productos que cumplir con los requisitos del cliente y los reglamentarios aplicables.

2 Referencias normativas

El documento normativo siguiente, contiene disposiciones que, a través de referencias en este texto, constituyen disposiciones de esta Norma Internacional. Para las referencias fechadas, las modificaciones posteriores, o las revisiones, de la citada publicación no son aplicables. No obstante, se recomienda a las partes que basen sus acuerdos en esta Norma Internacional que investiguen la posibilidad de aplicar la edición más reciente del documento normativo citado a continuación. Los miembros de CEI e ISO mantienen el registro de las Normas Internacionales vigentes.

ISO 9000:2000, *Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario*.

3 Términos y definiciones

Para el propósito de esta Norma Internacional, son aplicables los términos y definiciones dados en la Norma ISO 9000.

Cuadro 1: Resumen de requisitos para conjuntos

SITUACIÓN: 1. Piezas: el conjunto se compone de:	aparatos, sistemas de protección y dispositivos (art. 1.2), todos ellos con el marcado CE, y componentes acompañados de un certificado escrito (art. 8.3) (piezas cuya conformidad se ha demostrado)	Aparatos, sistemas de protección y dispositivos (art. 1.2), llevan o no el marcado CE, y componentes no acompañados de un certificado escrito (art. 8.3) (piezas cuya conformidad no se ha demostrado)
2. Configuración: el conjunto se comercializa como: 3. RESULTADO: el fabricante puede suponer la conformidad de:	una o más configuraciones definidas con exactitud todas las piezas	un «sistema modular» de piezas que el usuario/instalador, o el fabricante, selecciona y configura con una finalidad concreta. todas las piezas
4. Evaluación de la conformidad (EC)	La EC debe incluir la totalidad de la configuración en atención a los riesgos que puedan surgir por la interacción de las piezas combinadas, en lo concerniente al uso previsto.	La EC debe incluir, de todas las configuraciones posibles y útiles, al menos las que se consideren más desfavorables en atención a los riesgos que puedan surgir por la interacción de las piezas combinadas, en lo concerniente al uso previsto.
5. Información que debe incluir: a) la declaración CE de conformidad b) las instrucciones de instalación y de utilización	a) Identificación de todas las partes que forman el conjunto; b) Instrucciones de instalación y de uso, suficientes para garantizar que el conjunto resultante satisfice todos los RESS pertinentes de la Directiva 94/9/CE.	a) Identificación de todas las partes que forman el «sistema modular»; b) Instrucciones de selección de las piezas que se han de combinar para conseguir la finalidad prevista, e instrucciones de instalación y de uso, suficientes para garantizar que el conjunto resultante satisfice todos los RESS pertinentes de la Directiva 94/9/CE.

3.8. Función autónoma

Se considera que un producto posee una función autónoma si se puede utilizar sin peligro para desempeñar o contribuir al desempeño de una o más de las funciones previstas en el apartado 2 o bien en las letras a) y b) del apartado 3 del artículo 1, sin necesidad de añadir otras piezas. Ello no excluye la obligación de observar las instrucciones específicas de instalación y de uso.

Se puede considerar que un determinado tipo de productos posee o no una función autónoma según el alcance de la evaluación de la conformidad realizada antes de comercializar o poner en servicio dichos productos.

3.9. Sistemas de protección

Se entiende por sistemas de protección²⁴ las unidades de diseño, distintas de los componentes, cuya función consiste en detener inmediatamente las explosiones incipientes o limitar la zona afectada por una explosión.

Son ejemplos de sistemas de protección con función autónoma:

- parallamas;
- barreras de explosión por tanque de agua;
- sistemas de descarga de explosión (que utilizan, por ejemplo, membranas de ruptura, paneles de descarga, puertas de seguridad contra explosiones, etc.);
- barreras de extinción.

3.10. Componentes

Se entiende por componentes²⁵ las piezas que son esenciales para el funcionamiento seguro de los aparatos y sistemas de protección, pero que no tienen función autónoma.

Se consideran conformes con las disposiciones aplicables de la Directiva 94/9/CE aquellos componentes que están destinados a su incorporación en un aparato o sistema de protección y van acompañados de un certificado de conformidad que incluye una declaración de sus características y las condiciones de incorporación a un producto (véase el apartado 3 del artículo 8). Los componentes con protección contra explosiones, tal y como se definen en la norma europea EN 50014, también son componentes a efectos de la Directiva ATEX 94/9/CE. **No es necesario que los componentes lleven el marcado CE**, a menos que lo exijan otras Directivas (por ejemplo, la Directiva 89/336/CEE de compatibilidad electromagnética).

Ejemplos:

- terminales;
- conjuntos de pulsadores;
- relés;
- envolturas antideflagrantes vacías;
- reactancias auxiliares para lámparas fluorescentes;
- medidores (por ejemplo, bobina móvil);
- relés y contactores con envoltura, con terminales o conductores móviles.

²⁴ Letra b) del apartado 3 del artículo 1 de la Directiva.

²⁵ Letra c) del apartado 3 del artículo 1 de la Directiva.

Otro elemento definitorio de un aparato a efectos de la Directiva es que debe tener su propia fuente potencial de ignición.

Son fuentes potenciales de ignición las chispas, arcos y centelleos de origen eléctrico, las descargas electrostáticas, las ondas electromagnéticas, la radiación ionizante, las superficies calientes, las llamas y gases calientes, las chispas de origen mecánico, la radiación óptica, las llamas de origen químico²⁸ y la compresión.

En determinados casos, es posible que un producto contenga tan solo una atmósfera potencialmente explosiva que se inflama deliberadamente. No cabe duda de que este tipo de productos no entra en el ámbito de aplicación de la Directiva 94/9/CE, a menos que se identifiquen otros peligros.

Se puede afirmar que un aparato tiene su propia fuente potencial de ignición si, cuando se utiliza del modo previsto (incluidos fallos de funcionamiento, etc. en la medida que determine su categoría – véase el anexo I de la Directiva) en una atmósfera explosiva, es capaz de inflamar dicha atmósfera explosiva a menos que se adopten una serie de medidas de seguridad específicas. Así pues, el aparato debe garantizar el nivel de protección requerido.

Existen varias técnicas que permiten conseguir el nivel de protección requerido, como por ejemplo la seguridad intrínseca, la presurización, la seguridad aumentada, etc.²⁹



²⁸ Debe tenerse en cuenta que en el apartado 4 del artículo 1 de la Directiva 94/9/CE se excluyen específicamente los aparatos cuando el peligro de explosión se deba exclusivamente a la presencia de sustancias explosivas o sustancias químicas inestables.

²⁹ En la lista de normas del anexo 6 figuran más ejemplos.

Todas estas consideraciones dan como resultado el cuadro siguiente:

Cuadro 2: ¿En qué casos se aplica la Directiva 94/9/CE?

Situación	Análisis			Resultado
	Aparato con su propia fuente potencial de ignición	Aparato destinado a utilizarse en o en relación con atmósferas potencialmente explosivas	Aparato en cuyo interior hay una atmósfera explosiva intencionada	Aparato incluido en el ámbito de aplicación de la Directiva 94/9/CE
A	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
B	NO	SÍ	SÍ	NO ^{a)b)}
C	SÍ	NO	SÍ	NO ^{a)b)}
D	SÍ	SÍ	NO	SÍ
E	NO	NO	SÍ	NO ^{a)b)}
F	SÍ	NO	NO	NO ^{b)}
G	NO	SÍ	NO	NO ^{b)}
H	NO	NO	NO	NO ^{b)}

a) Pero SÍ en el caso de productos situados dentro de la atmósfera interior potencialmente explosiva. Además, hay que tener en cuenta que el aparato puede funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y garantiza el nivel de protección requerido según el apartado 1.0.1 del anexo II (Principios de integración de la seguridad frente a las explosiones). También SÍ en el caso de aparatos no eléctricos (mecánicos) en cuyo interior hay una atmósfera explosiva deseada (por ejemplo, ventiladores, sopladores o compresores para la obtención de mezclas inflamables) y que previsiblemente tienen una fuente potencial de ignición.

b) Pero SÍ en el caso de dispositivos con arreglo al apartado 2 del artículo 1 de la Directiva (véase más abajo).

b) Sistema de protección

En vista de la función para la que está previsto, es obvio que un sistema de protección siempre se instalará y utilizará, al menos parcialmente, en una atmósfera potencialmente explosiva.

Dado que la función de un sistema de protección consiste en eliminar o reducir los efectos peligrosos de una explosión (una función de seguridad), está sujeto a la Directiva con independencia de si tiene o no su propia fuente potencial de ignición. Si la tiene, deberá cumplir además los RESS específicos para aparatos.

De acuerdo con la letra b) del apartado 3 del artículo 1, los sistemas de protección se comercializan por separado para ser utilizados como sistemas con funciones autónomas³⁰. Por consiguiente, es preciso evaluar su conformidad con los RESS pertinentes relacionados en el anexo II, con arreglo al apartado 2 del artículo 8, y aplicarles el marcado conforme a según lo dispuesto en el apartado 2 del artículo 10.

Por supuesto, los 'sistemas de protección' también se pueden comercializar como parte integrante de un aparato. Técnicamente siguen siendo 'sistemas de protección' debido a su función, pero no se consideran sistemas de protección en el sentido que determina la Directiva relativa a la evaluación de la conformidad y el marcado. En tales casos, su conformidad se evalúa en el transcurso de la evaluación de la conformidad del aparato en el que se integran, utilizando los procedimientos previstos en el artículo 8, según el grupo y la categoría de dicho aparato. No se marcan por separado.

No obstante, es importante señalar que los RESS específicos que se relacionan en el apartado 3 del anexo II también se aplican a los 'sistemas de protección' integrados.

c) Componentes

Los dos elementos definitorios de los componentes, tal y como se definen en la letra c) del apartado 3 del artículo 1, son:

- que sean **esenciales para el funcionamiento seguro** de los aparatos y sistemas de protección (de lo contrario no tendrían que estar sujetos a la Directiva); pero,
- que **no posean función autónoma** (véase el punto 3.8) (de lo contrario deberían considerarse un aparato, un sistema de protección o un dispositivo, con arreglo a lo dispuesto en el apartado 2 del artículo 1).

³⁰ Véase la fe de erratas de la versión inglesa de la Directiva 94/9/CE (DO L 21 de 26.1.2000).

Esta definición abarca una amplia gama de piezas de uso habitual en aplicaciones de ingeniería, como calibres, frenos, depósitos, elementos calefactores, cierres, soportes móviles, contrapesos, carretes, grapas, elementos de unión, palancas, hebillas, elementos de giro, etc.

Según lo dispuesto en el apartado 3 del artículo 8, la conformidad de los componentes debe evaluarse con los mismos procedimientos que se emplean para los aparatos, sistemas de protección o dispositivos (tal y como se definen en el apartado 2 del artículo 1) en los que se van a integrar.

Por ejemplo, las correas de accionamiento, los cojinetes, los diodos Zener, etc. no se suelen comercializar con la intención expresa de incorporarlos en aparatos, sistemas de protección o dispositivos (tal y como se definen en el apartado 2 del artículo 1), sino para aplicaciones de ingeniería en general. Su conformidad (es decir, su aptitud para el fin previsto en lo concerniente a la seguridad del producto en el que se integran) debe evaluarse en el transcurso de la evaluación de la conformidad del producto entero.

Si los componentes se van a comercializar con la intención expresa de incorporarlos en aparatos, sistemas de protección o dispositivos, tal y como se definen en el apartado 2 del artículo 1 (como por ejemplo, regletas de terminales protegidas contra explosiones, envolturas antideflagrantes, etc.), deberán evaluarse por separado e ir acompañados de un certificado escrito de conformidad, como se indica en el apartado 3 del artículo 8. De lo contrario, los Estados miembros podrán prohibir, restringir u obstaculizar su comercialización (apartado 2 del artículo 4) y no podrán dar por supuesta su conformidad (apartado 1 del artículo 5).

d) Dispositivos de seguridad, control o reglaje tal y como se definen en el apartado 2 del artículo 1

El apartado 2 del artículo 1 establece básicamente

- a) que los **dispositivos de seguridad, control y reglaje**, si son necesarios o contribuyen al funcionamiento seguro de los aparatos o sistemas de protección en relación con los riesgos de explosión, están **sujetos a la Directiva**;
- b) que **también** entran en el ámbito de aplicación los dispositivos situados **fuera de la atmósfera potencialmente explosiva**.

En cuanto a dichos dispositivos, los requisitos esenciales se aplicarán exclusivamente en la medida en que sean necesarios para el funcionamiento y la manipulación de dichos dispositivos **de manera segura y fiable** en lo relativo a los riesgos de explosión (anexo II, observación preliminar B)

De la **definición** de la letra a) se extraen las siguientes consecuencias:

1. No entran en el ámbito de aplicación de la Directiva los dispositivos que no sean de seguridad, control y reglaje (no obstante, si un dispositivo, del tipo que fuere, es necesario o contribuye al funcionamiento seguro, podría considerarse un dispositivo de seguridad);
2. **No entran en el ámbito de aplicación de la Directiva aquellos dispositivos**, incluidos los dispositivos de seguridad, control y reglaje, que **no contribuyen ni son necesarios** para el funcionamiento seguro **en relación con los riesgos de explosión**;
3. **Tampoco entran dentro del ámbito de aplicación de la Directiva los dispositivos de seguridad, control y reglaje** que contribuyen o son necesarios para el funcionamiento seguro pero **en relación con otros riesgos distintos al de explosión**;

Ejemplos de **dispositivos que se contemplan en el apartado 2 del artículo 1**:

- Una fuente de alimentación de un sistema de medición intrínsecamente seguro (Ex i) empleado para controlar parámetros de proceso;
- Una bomba, un regulador de presión, un dispositivo de almacenamiento de reserva, etc. que garantice un caudal y una presión suficientes para alimentar un sistema de seguridad de accionamiento hidráulico (en relación con los riesgos de explosión);
- Dispositivos de protección contra sobrecargas para motores eléctricos con el tipo de protección EEx e, «Seguridad aumentada»;
- Unidades de control en un emplazamiento seguro, para un sistema de control ambiental compuesto de varios detectores de gas repartidos en un entorno potencialmente explosivo, con el fin de adoptar medidas prácticas si se detectan concentraciones peligrosas de gas;
- Unidades de control para sensores de temperatura, presión, caudal, etc., situados en un emplazamiento seguro, para obtener información con la que controlar aparatos eléctricos que se utilicen con fines de producción o mantenimiento en un entorno potencialmente explosivo.

Ejemplos de **dispositivos que no se contemplan en el apartado 2 del artículo 1**:

- Mecanismos de conmutación, controles numéricos, etc. no relacionados con funciones de seguridad (en relación con los riesgos de explosión); por el punto 2) anterior;

La **letra b)** establece que los dispositivos anteriormente definidos también entran en el ámbito de aplicación de la Directiva, aunque se encuentren fuera de la atmósfera potencialmente explosiva.

Por motivos económicos y de seguridad, en la mayoría de casos es preferible instalar dichos dispositivos en un entorno no peligroso. No obstante, en ocasiones quizá haya que situarlos en una atmósfera potencialmente explosiva. En tales casos, a pesar de que la Directiva no lo afirma expresamente, dichos dispositivos también se pueden denominar aparatos.

Se identifican dos situaciones:

- Si el dispositivo tiene su propia fuente potencial de ignición, se aplicarán los requisitos correspondientes a los aparatos, además de los que se deriven del apartado 2 del artículo 1;
- Si el dispositivo no tiene su propia fuente potencial de ignición, no se considerará un aparato, pero, como es natural, se aplicarán igualmente los requisitos que establece el apartado 2 del artículo 1.

4.2. Definición del grupo y la categoría de un aparato

A fin de determinar el procedimiento adecuado de evaluación de la conformidad, el fabricante debe decidir previamente, en base al uso previsto, a qué grupo y categoría pertenece el producto. A efectos de la Directiva, los aparatos, incluidos en su caso los dispositivos y componentes, se dividen en dos grupos. Los dispositivos deben evaluarse con arreglo a la categoría del aparato o sistema de protección para cuyo funcionamiento seguro son necesarios o al cual contribuyen.

El **Grupo I** incluye aquellos aparatos destinados a utilizarse en trabajos subterráneos en las minas y en las partes de sus instalaciones de superficie en las que exista peligro debido al grisú o a polvos explosivos;

El **Grupo II** incluye aquellos aparatos destinados al uso en otros lugares en los que puede haber peligro de formación de atmósferas explosivas.

Estos grupos se subdividen en categorías, como se verá a continuación. El modo en que se ha desarrollado esta subdivisión en categorías pone de relieve una de las principales distinciones de los grupos I y II. En el caso del Grupo I, la clasificación depende (entre otros factores) de si se podrá cortar la alimentación de energía del producto en caso de existir una atmósfera explosiva. En el caso del Grupo II, depende del lugar donde se ha previsto utilizar el producto (véase el capítulo 4.4) y de si la atmósfera potencialmente explosiva siempre está presente o se produce, con arreglo a toda probabilidad, de forma más o menos duradera.

Los dispositivos deben evaluarse con arreglo a la categoría del aparato o sistema de protección para cuyo funcionamiento seguro son necesarios o al cual contribuyen.

4.2.1. Grupo I

Categoría M1

Por motivos de seguridad, los productos de esta categoría deben permanecer operativos en presencia de una atmósfera explosiva, y se caracterizan por integrar medios de protección contra explosiones que:

- en caso de fallo de una de las medidas integradas, al menos una segunda medida garantiza un nivel de seguridad suficiente; o bien,
- en caso de que se produzcan dos fallos independientes uno de otro, se garantiza un nivel de seguridad suficiente.³¹

Categoría M2

En caso de que haya signos de una atmósfera potencialmente explosiva, deberá poder cortarse la alimentación de energía de estos productos.

No obstante, es previsible que se formen atmósferas explosivas durante el funcionamiento de aparatos de la Categoría M2, ya que el corte de la alimentación quizá no se produzca de manera inmediata. Por consiguiente, es necesario incorporar unos medios de protección que ofrezcan un alto nivel de seguridad. Los medios de protección relativos a los productos de esta categoría ofrecen un nivel de seguridad suficiente durante el funcionamiento normal, incluso en condiciones de funcionamiento más problemáticas, en particular las que se derivan de un uso intenso del aparato y de un ambiente variable.³²

4.2.2. Grupo II

La **Categoría 1** comprende los productos diseñados para poder funcionar dentro de los parámetros operativos fijados por el fabricante y asegurar un nivel de protección muy alto para su uso previsto en emplazamientos donde sea **muy probable** que se produzcan de forma constante, duradera o frecuente (véase el capítulo 4.4) atmósferas explosivas debidas a mezclas de aire con gases, vapores, nieblas o mezclas aire/polvos.

Los aparatos de esta categoría se caracterizan por integrar medios de protección contra las explosiones tales que:

- en caso de fallo de uno de los medios integrados, al menos un segundo medio independiente asegure un nivel de seguridad suficiente; o bien,
- en caso de que se produzcan dos fallos independientes el uno del otro, se garantiza un nivel de seguridad suficiente.³³

La **Categoría 2** comprende los productos diseñados para poder funcionar dentro de los parámetros operativos fijados por el fabricante y asegurar un nivel de protección alto para su uso previsto en emplazamientos donde sea **probable** la formación de atmósferas explosivas debidas a mezclas de aire con gases, vapores, nieblas o mezclas aire/polvos (véase el capítulo 4.4).

La protección contra explosiones relativa a los aparatos de esta categoría garantizará un nivel de seguridad suficiente, aun en caso de que se produzcan anomalías de funcionamiento o se trabaje en condiciones peligrosas que deban tenerse habitualmente en cuenta.³⁴

La **Categoría 3** comprende los productos diseñados para poder funcionar dentro de los parámetros operativos fijados por el fabricante y asegurar un nivel de protección normal para su uso previsto en emplazamientos donde sea **poco probable** la formación de atmósferas explosivas debidas a mezclas de aire con gases, vapores, nieblas o mezclas aire/polvos; y donde, con arreglo a toda probabilidad, su formación sea infrecuente y su presencia sea de corta duración.

El diseño de los productos de esta categoría debe garantizar un nivel de seguridad suficiente durante su funcionamiento normal.³⁵

³¹ Los productos incluidos en esta categoría también deberán cumplir los requisitos complementarios mencionados en el punto 2.0.1 del anexo II de la Directiva 94/9/CE.

³² Los productos incluidos en esta categoría también deberán cumplir los requisitos complementarios mencionados en el punto 2.0.2 del anexo II de la Directiva 94/9/CE.

³³ Los productos incluidos en esta categoría también deberán cumplir los requisitos complementarios mencionados en el punto 2.1 del anexo II de la Directiva ATEX.

³⁴ Los productos incluidos en esta categoría también deberán cumplir los requisitos complementarios mencionados en el punto 2.2 del anexo II de la Directiva ATEX.

³⁵ Los productos incluidos en esta categoría también deberán cumplir los requisitos complementarios mencionados en el punto 2.3 del anexo II de la Directiva ATEX.

4.2.3. Niveles de protección de las distintas categorías de aparatos

Los distintos aparatos deben poder funcionar dentro de los parámetros operativos fijados por el fabricante manteniendo un determinado nivel de protección.

Cuadro 3: Niveles de protección

NIVEL DE PROTECCIÓN	CATEGORÍA		PROTECCIÓN QUE SE OFRECE	CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO*
	GRUPO I	GRUPO II		
Muy alto	M 1		Dos medios de protección independientes garantizan la seguridad aunque se produzcan dos fallos independientes el uno del otro	No se corta la alimentación de energía y el aparato continúa en funcionamiento en presencia de una atmósfera explosiva
Muy alto		1	Dos medios de protección independientes garantizan la seguridad aunque se produzcan dos fallos independientes el uno del otro	No se corta la alimentación de energía y el aparato continúa en funcionamiento en las zonas 0,1,2 (G) o 20, 21, 22 (D)
Alto	M 2		Apto para funcionamiento normal y condiciones de explotación más rigurosas ³⁶	Se corta la alimentación de energía en presencia de una atmósfera explosiva
Alto		2	Apto para funcionamiento normal y en caso de avería frecuente o de fallos que deban tenerse habitualmente en cuenta	No se corta la alimentación de energía y el aparato continúa en funcionamiento en las zonas 1, 2 (G) o 21, 22 (D)
Normal		3	Apto para funcionamiento normal	No se corta la alimentación de energía y el aparato continúa en funcionamiento en la zona 2 (G) o 22 (D)

* Nota: véase también la Directiva 1999/92/CE relativa a las disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas³⁷.

Los aparatos de las distintas categorías también deberán cumplir los requisitos esenciales y complementarios mencionados en el *anexo II de la Directiva* (Requisitos Esenciales de Seguridad y Salud).

³⁶ A pesar de que la redacción de los requisitos relativos a los aparatos de las categorías M2 y 2 es diferente en los anexos pertinentes de la Directiva 94/9/CE, ambas categorías se contemplan paralelamente en la norma EN 50014 y en otras normas específicas. Según la serie EN 50014, los conceptos de protección técnica para los aparatos eléctricos de las categorías M2 y 2G (gas) son idénticos. Los requisitos para la categoría 2D (polvo) quizá tengan que considerarse por separado.

³⁷ DO L 23 de 28.1.2000.

LA BUSQUEDA DE UN CAMBIO EN NORTE AMERICA

CAMBIOS EN CODIGOS Y ESTANDARES PERSIGUIENDO UN SISTEMA ARMONIZADO

Las Industrias que trabajan en atmósferas potencialmente explosivas han representado un reto para los comités que definen los códigos y estándares nacionales e internacionales por décadas. La clasificación de áreas, normalización de equipos, los códigos de instalación y canalización para este tipo de ambientes, se dividen en dos sistemas básicos en todo el mundo.

Europa y la mayoría de los países del mundo han sido influenciados por el sistema de aproximación a tres Zonas de la *International Electrotechnical Commission* (IEC). El estándar IEC separa la atmósfera potencialmente explosiva en Zonas 0, 1, y 2 basado en probabilidades de ocurrencia y longitud de tiempo en que la mezcla potencialmente explosiva se presente. Aparatos diseñados para ser utilizados en estas áreas usualmente se examinan y aprueban por las estaciones de pruebas CENELEC usando estándares de las Normas Europeas (EN).

Norte América, y otras partes del mundo influenciados por las practicas de Norte América tradicionalmente han utilizado el sistema de Clase y División. Las Clases identifican el riesgo presente como: Gases o vapores, polvo combustible y fibras inflamables. Divisiones definen la condición normal o anormal en la cual el material de riesgo puede estar presente. Aparatos diseñados y construidos para estas áreas son examinados y aprobados para ser usados por las *Nationally Recognized Test Laboratories* (NRTL) utilizando productos normalizados nacionalmente aceptados.

En unos cuantos países existen paralelamente los dos sistemas. Ciertas naciones (Venezuela) permiten la construcción de fabricas por compañías multinacionales que utilizan el sistema que más se acomoda a sus necesidades.

El deseo de libre comercio entre naciones, normalmente es el estímulo que nos lleva a la armonización. Un buen ejemplo de esto es CENELEC, donde los estándares nacionales de trece países fueron armonizados para crear las normas Europeas (Euronorms), estrictamente para facilitar los objetivos de comercio de los gobiernos. Con el deseo de un crecimiento del comercio global, la necesidad de Norte América de armonizar con el estándar IEC se convirtió en un punto importante.

Debido a la similitud del estándar IEC y CENELEC en esta área, las referencias del estándar IEC serán usadas a todo lo largo de este artículo.

Para las industrias de Norte América, hasta no hace mucho, los sistemas de Clase y División eran la única opción para la clasificación e instalación de equipos en áreas de alto riesgo. La introducción del sistema de tres Zonas basado en IEC es un desarrollo dramáticamente nuevo para Estados Unidos (USA) y Canadá.

El interés en armonizar los estándares de Norte América con los de IEC no es una idea nueva. En 1974 fueron suministradas proposiciones para un cambio en USA, con un esfuerzo similar de Canadá para 1987. Sin embargo el progreso ocurrió en el momento que el usuario final se interesó en un sistema alterno.

En USA las publicaciones económicas y políticas de grupos con especial interés, han

opacado las discusiones técnicas de como integrar mejor el sistema de Zonas al Código Eléctrico Nacional de ese país (NEC). Después de obtener consenso en el derecho del usuario a escoger el sistema que más se ajuste a sus necesidades, Canadá se ha concentrado en la emisión de publicaciones técnicas relacionadas con la integración de un nuevo sistema.

El estímulo de la comunidad usuaria, es el derecho de escoger el sistema que más se ajuste a la aplicación, tanto desde el punto de vista práctico como económico, de acuerdo al diseño, ingeniería, y mantenimiento, ya que se ha comprobado durante décadas la seguridad en la utilización de ambos sistemas. Una vez que este hecho es establecido y aceptado, el reto fue crear los requerimientos de instalación y normas de producto, para adaptar el nuevo sistema (alternativo) manteniendo el sistema actual.

Tanto en USA como en Canadá, seleccionaron el estándar IEC como la vía apropiada en la adopción de un sistema de tres Zonas. Aunque los estándares IEC y CENELEC son similares, ambos países requirieron la habilidad para participar en el desarrollo de estándares y en la definición de procesos escritos opción que el estándar CENELEC creado por la Unión Europea (EU) no podía ofrecer.

Mientras el objetivo general de USA y Canadá es esencialmente el mismo, la estructura de los códigos y procesos estándares en cada país es ligeramente diferente, obteniendo como resultado dos propuestas muy distantes. Para poder entender la propuesta del estándar NEC de 1996 y del estándar CEC de 1998, cada uno de ellos debe ser examinado por separado

Comparación de clasificación IEC

Material Peligroso	IEC	Clasificación Tradicional (USA., Canadá)	
Gas o Vapor	Zona 0 Zona 1	Clase 1	División 1
	Zona 2		División 2
Polvo	Zona 10 (Zona 20)	Clase 2	División 1
	Zona 11 (Zona 21) (Zona 22)		División 2
Fibras	Igual a la anterior	Clase 3	División 1
			División 2



CIB-ESPOL

2. OBJETIVO DE LA DIRECTIVA ATEX 94/9/CE

La Directiva 94/9/CE tiene por objeto garantizar en el territorio de la UE la libre circulación de los productos que entran dentro de su ámbito de aplicación. Por consiguiente, esta Directiva, basada en el artículo 95 del Tratado CE, prescribe requisitos armonizados y procedimientos para acreditar la conformidad.

La Directiva señala que, al objeto de eliminar los obstáculos al comercio a través del nuevo enfoque establecido en la Resolución del Consejo de 7 mayo de 1985¹⁷, es preciso definir una serie de requisitos esenciales relacionados con la seguridad y con otros aspectos que garanticen un alto nivel de protección. Dichos Requisitos Esenciales de Seguridad y Salud (RESS) se relacionan en el anexo II de la Directiva 94/9/CE.

A partir del 30 de junio de 2003, los productos podrán comercializarse en el territorio de la UE, podrán circular con entera libertad y podrán utilizarse debidamente en el entorno previsto sólo si cumplen la Directiva 94/9/CE (y el resto de normas pertinentes).

Conviene señalar que la Directiva 94/9/CE establece por vez primera una serie de Requisitos Esenciales de Seguridad y Salud relativos, por un lado, al material no eléctrico destinado a utilizarse en atmósferas potencialmente explosivas, a los aparatos destinados a ser utilizados en entornos potencialmente explosivos debido a la presencia de polvo y a los sistemas de protección y, por otro, a los dispositivos destinados a ser utilizados fuera de atmósferas explosivas pero que son necesarios o convenientes para el funcionamiento seguro de los aparatos o sistemas de protección en relación con los riesgos de explosión. Ello supone un incremento del ámbito de aplicación en comparación con las legislaciones nacionales existentes.

En los capítulos siguientes se desarrollarán las exigencias de cumplimiento de las disposiciones de la Directiva 94/9/CE.

3. CONCEPTOS GENERALES¹⁸

A efectos de la presente guía, el término «producto» se refiere indistintamente a aparatos, sistemas de protección, dispositivos, componentes y sus combinaciones.

Cabe destacar que la Directiva 94/9/CE establece una serie de obligaciones para la persona que comercializa o pone en servicio los productos, ya sea el fabricante, su representante autorizado, el importador u otra persona responsable, pero no regula el empleo de aparatos en atmósferas potencialmente explosivas. Esta cuestión, no obstante, se regula en la Directiva 89/655/CEE, según la cual, en pocas palabras, los productos sólo podrán utilizarse si son conformes con las Directivas pertinentes (Directivas del artículo 95) que se les apliquen en el momento de su comercialización o puesta en servicio.

Asimismo, la Directiva 89/655/CEE regula el uso de productos en atmósferas explosivas mediante una «Directiva del Consejo relativa a los requisitos mínimos para mejorar las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores expuestos a riesgos potenciales por la presencia de atmósferas explosivas», que será una Directiva individual en los términos del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE y tomando como base el artículo 138 del Tratado CE¹⁹.

En general, el uso de este tipo de productos en entornos potencialmente explosivos exige un seguimiento en el marco de las actividades de supervisión que realizan las autoridades competentes de los Estados miembros.

3.1. Comercialización de productos ATEX

Este concepto se refiere a la primera vez que un producto, a cambio de dinero o de forma gratuita, pasa a estar disponible en el mercado de la UE, con fines de distribución o utilización en la UE.

Comentarios:

¹⁷ DO C 136 de 4.6.1985, p. 1.

¹⁸ Hallará definiciones generales en la *Guía para la aplicación de directivas basadas en el nuevo enfoque y en el enfoque global (Guía Azul)*. Las definiciones relativas específicamente a la Directiva 94/9/CE se recogen en el capítulo 4 de la presente guía.

¹⁹ Véase la propuesta modificada de una directiva del Consejo relativa a los requisitos mínimos para mejorar las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores expuestos a riesgos potenciales por la presencia de atmósferas explosivas, DO C 184 de 17.7.1997.

El concepto de comercialización determina el momento en que los productos pasan por primera vez de la fase de fabricación al mercado de la UE, o bien de la fase de importación de un país no perteneciente a la UE a la de distribución o utilización en la UE. Dado que el concepto de comercialización se refiere exclusivamente a la primera vez que un producto pasa a estar disponible en la UE con fines de distribución o utilización en la UE, la Directiva ATEX 94/9/CE regula únicamente los productos ATEX *nuevos* que se fabrican en la UE y los productos ATEX *nuevos o usados* que se importan de un país no perteneciente a la UE.

Las disposiciones y obligaciones de la Directiva en relación con la comercialización se aplican individualmente a cada producto a partir del 30 de junio de 2003, con independencia de la fecha y el lugar de fabricación. Es responsabilidad del fabricante garantizar que todos y cada uno de sus productos son conformes a la Directiva, si entran dentro de su ámbito de aplicación.

«Disponibilidad» significa la transferencia del producto, es decir, la transmisión de la propiedad o la entrega física del producto por parte del fabricante, su representante autorizado en la UE o el importador a la persona encargada de distribuirlo en el mercado de UE, o bien el paso del producto al consumidor final, a un intermediario o a un usuario por medio de una transacción comercial, a cambio de dinero o de forma gratuita, independientemente del instrumento jurídico en que esté basada dicha transferencia (venta, alquiler, arrendamiento, obsequio u otro tipo de instrumento jurídico comercial). El producto ATEX debe ser conforme con la Directiva en el momento de ser transferido.

Si un fabricante, su representante autorizado en la UE o el importador ofrece en un catálogo productos regulados por la Directiva, no se considerará que éstos se han comercializado hasta que realmente pasen a estar disponibles por primera vez. Por consiguiente, los productos ofrecidos en un catálogo no tienen que ajustarse plenamente a las disposiciones de la Directiva 94/9/CE, aunque esta circunstancia debe mencionarse claramente en el catálogo.

La comercialización no se refiere a:

- la entrega de un producto por el fabricante a su representante autorizado establecido en la UE, para que actúe, en nombre del primero, a fin de garantizar su conformidad con la Directiva;
- las importaciones a la UE con fines de reexportación; es decir, en un proceso de tránsito;
- la fabricación de productos en la UE para ser exportados a un país no perteneciente a la UE;
- la presentación de productos en ferias y exposiciones²⁹. Dichos productos no tienen que ajustarse plenamente a las disposiciones de la Directiva 94/9/CE, aunque esta circunstancia deberá indicarse claramente junto a los productos que se expongan.

La persona que comercialice un producto en la UE, ya sea el fabricante, su representante autorizado o, si ninguno de los dos está establecido en la UE, el importador o cualquier otra persona responsable, deberá conservar a disposición de la autoridad competente la Declaración CE de conformidad. Si las autoridades ejecutivas solicitan la documentación técnica, cuando proceda, ésta se les facilitará en un plazo de tiempo razonable (véase los anexos III, VI, VIII). Dichos documentos se mantendrán a disposición de las autoridades competentes durante diez años a partir de la última fecha de fabricación del producto. Esta obligación se aplica a los productos fabricados en la UE y también a los que se importen de un país no perteneciente a la UE.

3.2. Puesta en servicio de productos ATEX

Este concepto se refiere a la primera vez que un usuario utiliza en el territorio de la UE los productos citados en la Directiva 94/9/CE.

Comentarios:

Los productos que regula la Directiva 94/9/CE se ponen en servicio cuando se utilizan por vez primera.

No obstante, si un producto está listo para ser utilizado en cuanto se comercializa y además no es preciso montarlo ni instalarlo y las condiciones de distribución (almacenamiento, transporte, etc.) no influyen en su rendimiento, se considerará que dicho producto ha sido puesto en servicio en el mismo momento de haberse comercializado, si resulta imposible determinar cuándo se utiliza por primera vez.

²⁹ Véase el apartado 3 del artículo 2 de la Directiva.

3.3. Fabricante

Es la persona responsable del diseño y la fabricación de los productos que regula la Directiva 94/9/CE, con la intención de comercializarlos en la UE con su propio nombre.

También se convierte en fabricante quien modifique sustancialmente un producto para obtener un producto «como nuevo»²¹, con la intención de comercializarlo en la UE.

Comentarios:

El fabricante es responsable de:

- realizar un análisis para determinar si su producto está sujeto a la Directiva 94/9/CE y qué requisitos son aplicables (este punto se explica con más detalle en el capítulo 4);
- diseñar y construir el producto con arreglo a los Requisitos Esenciales de Seguridad y Salud establecidos en la Directiva;
- observar los procedimientos de evaluación de la conformidad del producto con los Requisitos Esenciales de Seguridad y Salud establecidos en la Directiva (véase el artículo 8).

El fabricante es el único y último responsable de la conformidad de su producto con las Directivas aplicables. Está obligado a comprender el diseño y la fabricación del producto para poder declarar dicha conformidad en razón de todas las disposiciones y requisitos aplicables de las Directivas pertinentes.

El fabricante puede subcontratar determinadas operaciones, como por ejemplo el diseño o la propia elaboración del producto, siempre que conserve el control general y la responsabilidad por el producto en su totalidad. Asimismo, puede utilizar elementos o componentes prefabricados, provistos o no del marcado CE, para fabricar el producto, sin perder por ello su condición de fabricante.

Los artículos 8 y 10 de la Directiva 94/9/CE y los anexos asociados definen las obligaciones que incumben al fabricante en lo concerniente a la evaluación de la conformidad, el marcado CE, la declaración CE de conformidad, el certificado escrito de conformidad (si procede) y la conservación de una copia de dicha declaración CE de conformidad, junto con la documentación técnica, a disposición de las autoridades competentes durante un plazo de diez años a partir de la última fecha de fabricación del producto.

3.4. Fabricación de productos ATEX para uso propio

Tendrá consideración de fabricante todo aquel que haya fabricado para uso propio y ponga en servicio productos incluidos en el ámbito de aplicación de la Directiva. El fabricante está obligado a cumplir la Directiva en lo que respecta a la puesta en servicio.

3.5. Representante autorizado

Es la persona o personas designadas expresamente por el fabricante mediante un mandato escrito para actuar en su nombre en lo concerniente a determinadas obligaciones del fabricante en la UE. El mandato que otorga el fabricante a su representante autorizado determina hasta qué punto este puede comprometer la responsabilidad de aquél, debiéndose observar también las limitaciones impuestas en este sentido por los artículos pertinentes de la Directiva.

Por ejemplo, el fabricante puede autorizar a su representante para que se encargue de los ensayos en el territorio de la UE, firme la declaración CE de conformidad, coloque el marcado CE y conserve una copia de la declaración CE de conformidad y de la documentación técnica en la UE a disposición de las autoridades competentes.

El organismo notificado no evalúa el sistema de garantía de la calidad que utiliza el representante autorizado/la persona responsable, sino el que utiliza el fabricante real. No sería razonable evaluar el sistema de garantía de la calidad utilizado por una persona que no fabrica el producto y que quizá no sea más que un agente comercial.

Comentarios:

Los artículos 8 y 10 de la Directiva 94/9/CE, junto con los anexos 3 a 9, definen las obligaciones que incumben al representante autorizado establecido en la UE en lo concerniente a la evaluación de la

²¹ Véase el capítulo 6 de la presente guía.

conformidad, el marcado CE, la declaración CE de conformidad y la conservación de una copia de dicha declaración CE de conformidad, junto con la documentación técnica, a disposición de las autoridades competentes durante un plazo de diez años a partir de la última fecha de fabricación del producto.

3.6. Otras personas responsables de la comercialización

Cuando ni el fabricante ni su representante autorizado estén establecidos en la UE, las obligaciones que impone la Directiva corresponderán a cualquier otra persona que resida en la UE y comercialice el producto en la UE. Su única obligación consistirá en conservar los documentos necesarios a disposición de las autoridades competentes durante diez años a partir de la última fecha de fabricación del producto. En su calidad de «persona responsable de la comercialización», no podrá asumir otras responsabilidades que se reservan exclusivamente al fabricante o a su representante autorizado (por ejemplo, firmar la declaración CE de conformidad).

3.7. Aparatos²²

Se entenderá por aparatos²³, tal y como se define el término en la Directiva 94/9/CE, las máquinas, los materiales, los dispositivos fijos o móviles, los órganos de control y la instrumentación, los sistemas de detección y prevención que, solos o combinados, se destinan a la producción, transporte, almacenamiento, medición, regulación, conversión de energía y transformación de materiales y que, por las fuentes potenciales de ignición que los caracteriza, pueden desencadenar una explosión.

Tras las sesiones de debate mantenidas por el Comité permanente y los organismos de normalización, conviene señalar que los aparatos de seguridad intrínseca se incluyen en el ámbito de aplicación de la Directiva.

3.7.1. Conjuntos

Del término «combinados», empleado en la definición anterior, se sigue que un conjunto formado por la combinación de dos o más aparatos, junto con los componentes que se precisen, debe considerarse un producto incluido en el ámbito de aplicación de la Directiva 94/9/CE (véase nota 1), suponiendo que una persona responsable (que se convertirá en el fabricante del conjunto) comercialice dicho conjunto o lo ponga en servicio como una unidad funcional única.

Es posible que dichos conjuntos no estén listos para ser utilizados, sino que precisen una instalación adecuada. Las instrucciones (anexo II, 1.0.6) deberán tener esto en cuenta de manera que se garantice la conformidad con la Directiva 94/9/CE sin tener que realizar ninguna otra evaluación de la conformidad, suponiendo que el instalador haya seguido las instrucciones correctamente.

Si un conjunto se compone de varios aparatos (tal y como se definen en la Directiva 94/9/CE) que diferentes fabricantes hayan comercializado con anterioridad, dichos aparatos deberán ser conformes a la Directiva y, por tanto, estarán sujetos a las obligaciones que ésta establece, como una adecuada evaluación de la conformidad, el marcado CE, etc. El fabricante del conjunto podrá suponer la conformidad de dichos aparatos y limitar su propia evaluación de riesgos del conjunto a los peligros adicionales de ignición y de otro tipo (definidos en el anexo II) que sean pertinentes en vista de la combinación final. Si se identifican peligros adicionales, habrá que evaluar de nuevo la conformidad del conjunto en relación con ellos. De igual modo, el responsable del montaje podrá suponer la conformidad de los componentes que vayan acompañados de un certificado, expedido por su fabricante, que declare su conformidad (véase el artículo 8.3 de la Directiva y el capítulo 10 de la presente guía).

No obstante, si el fabricante del conjunto integra en él piezas que no poseen el marcado CE (por tratarse de piezas que haya fabricado él mismo o piezas que le ha entregado su proveedor para que él las transforme) o componentes que no van acompañados del certificado antes mencionado, no podrá suponer la conformidad de dichas piezas y además deberá incluirlas, si procede, en su evaluación de la conformidad del conjunto.

²² Está visto que determinadas versiones lingüísticas de las Directivas ATEX interpretan algunas definiciones de forma distinta. La presente guía pretende que las partes interesadas de todo el EEE conozcan el enfoque común acordado por los Estados Miembros. No obstante, no influye en modo alguno en las diferentes versiones instrumentadas en las legislaciones pertinentes de ámbito nacional, ni en el derecho del fabricante a elegir esta vía, si así lo desea.

²³ Véase la letra a) del apartado 3 del artículo 1 de la Directiva.

Los conjuntos pueden comercializarse de diferentes maneras:

3.7.1.1. Conjuntos totalmente especificados

En este caso el fabricante ya ha definido una o más combinaciones invariables de piezas y las comercializa como una unidad funcional única/varias unidades funcionales únicas.

Un ejemplo de ello podría ser la instrumentación compuesta de un sensor, un transmisor, una barrera zener y una fuente de alimentación, si proceden de un mismo fabricante.

Las piezas antes mencionadas las reúne una misma persona (el fabricante del conjunto), y comercializan como una unidad funcional única. Esta persona asume la responsabilidad de que la totalidad del conjunto cumpla la Directiva.

La declaración CE de conformidad, así como el manual de instrucciones, deben referirse al conjunto completo. Debe quedar claro (por ejemplo, adjuntando una lista de todas las piezas o una lista de los datos relacionados con la seguridad) cuál es la combinación o combinaciones que forman los conjuntos. El fabricante asume la responsabilidad de cumplir la Directiva y por tanto, con arreglo a lo especificado en el apartado 1.0.6 del anexo II, de incluir en el manual de instrucciones indicaciones claras de montaje/instalación/funcionamiento/mantenimiento, etc.

3.7.1.2. Conjuntos con varias configuraciones

En este caso el fabricante ha definido toda una gama de piezas distintas que forman un «sistema modular». El, o el usuario/instalador, selecciona y combina piezas de dicha gama con el fin de obtener un conjunto útil para una tarea determinada.

Un ejemplo de ello podría ser un sistema modular para mecanismos antideflagrantes de conmutación y de mando, compuesto de varias envoluras antideflagrantes de diferentes tamaños, varios conmutadores, terminales, disyuntores, etc.

Aunque en este caso las piezas no las reúne necesariamente el fabricante del conjunto ni se comercializan como una unidad funcional única, el fabricante es responsable de que el conjunto cumpla la Directiva si las piezas se escogen de la gama definida y se seleccionan y combinan según sus instrucciones.

La declaración CE de conformidad, así como el manual de empleo, deben referirse al «sistema modular» completo. Debe quedar claro qué piezas forman el sistema modular y cómo se tienen que seleccionar para formar un conjunto conforme con la Directiva. Por consiguiente, con arreglo a lo especificado en el apartado 1.0.6 del anexo II, el fabricante debe incluir en el manual de instrucciones indicaciones claras para la selección de piezas y para su montaje/instalación/funcionamiento/mantenimiento, etc.

Para evaluar la conformidad de dichos sistemas modulares, basta con evaluar, de todas las configuraciones posibles y útiles, al menos las que planteen los riesgos más elevados (casos más desfavorables). Si se concluye que dichas configuraciones son conformes con los RESS de la Directiva 94/9/CE, el fabricante podrá deducir que el resto de configuraciones también son conformes. Como es natural, si posteriormente es preciso añadir otras piezas al «sistema modular», quizás haya que identificar y evaluar de nuevo los casos más desfavorables.

En el cuadro de la página 15 figura un resumen de las diferentes situaciones relacionadas con los conjuntos.

3.7.2. Instalaciones

Una situación habitual es que uno o más fabricantes hayan comercializado por separado las piezas de un aparato ya certificado, en lugar de tratarse de una sola persona jurídica que comercializa una unidad funcional única (como se describe en el apartado 3.7.1). La combinación de dichos aparatos y su instalación en un establecimiento del usuario no se considera fabricación y, por tanto, no comporta la producción de aparatos; el resultado de dicha operación es una instalación, que queda fuera del ámbito de aplicación de la Directiva 94/9/CE. El instalador debe garantizar que los aparatos que inicialmente eran conformes con la Directiva lo sigan siendo cuando se pongan en servicio. Por este motivo, debe seguir al pie de la letra todas las instrucciones de instalación que proporcionen los fabricantes. La Directiva no regula el proceso de instalación de los aparatos, que generalmente está sujeto a la normativa de los Estados miembros. Un ejemplo de ello podría ser la instrumentación compuesta de un sensor, un transmisor, una barrera zener y una fuente de alimentación, si proceden de varios fabricantes y se instalan bajo la responsabilidad del usuario.

3.7.3. Material eléctrico

La Directiva 94/9/CE no define el «material eléctrico». Sin embargo, y dado que este tipo de aparatos utiliza un procedimiento propio de evaluación de la conformidad, quizá resulte útil ofrecer la siguiente definición, que han aceptado la mayoría de los Estados miembros:

Material eléctrico: Aquellos aparatos, tal y como se definen en el capítulo 3.7, que incorporan elementos eléctricos y se utilizan para la producción, almacenamiento, medición, distribución y conversión de energía eléctrica, para controlar el funcionamiento de otros aparatos por medios eléctricos o para la transformación de materiales mediante la aplicación directa de energía eléctrica. Conviene señalar que si un producto final se monta con elementos eléctricos y mecánicos, y dicha combinación no plantea ningún riesgo adicional, no habrá necesidad de evaluarlo como si se tratara de material eléctrico (para más información, consulte el capítulo 3.7.1).

Ejemplos: Una bomba (material no eléctrico) se somete a los procedimientos adecuados de evaluación de la conformidad y a continuación se conecta a un motor eléctrico (material eléctrico) ya evaluado. Si esta combinación no plantea ningún peligro adicional, no habrá necesidad de evaluar la parte eléctrica.

Si esa misma bomba y el motor eléctrico se conectan sin haberse sometido previamente a los procedimientos adecuados de evaluación de la conformidad, el producto resultante debe considerarse material eléctrico y la evaluación de la conformidad debe tratarlo como tal.

APÉNDICE B

CATALOGO PARA LA SELECCIÓN DEL MOTORREDUCTOR

INDUSTRY PROCESS
AND AUTOMATION SOLUTIONS



VF
W





1.0 - SIMBOLOGÍA Y UNIDADES DE MEDIDA

- An** [N] La **carga axial admisible** representa la fuerza que puede aplicarse axialmente sobre el eje del reductor, conjuntamente a la carga radial nominal, sin perjudicar la integridad de los soportes.
- f_s** - El **factor de servicio** es el parámetro que traduce numéricamente la gravosidad del ciclo de funcionamiento del reductor.
- f_p** - El **factor de corrección** permite tener en cuenta la influencia de la temperatura ambiente en el cómputo del par de cálculo. El parámetro es relevante para los reductores de vis sinfín.
- i** - La **relación de transmisión** expresa la relación existente entre la velocidad de entrada y la velocidad de salida del reductor.

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

- l** - La **relación de intermitencia** está definido como:

$$l = \frac{t_r}{t_r + t_f} \times 100$$

- J_C** [Kgm²] **Momento de inercia de las masas conducidas.**
- J_M** [Kgm²] **Momento de inercia del motor.**
- J_R** [Kgm²] **Momento de inercia del reductor.**
- K** - El **factor de aceleración** de las masas interviene en la determinación del factor de servicio y se obtiene de la relación:

$$K = \frac{J_C}{J_M}$$

- K_R** - La **constante de transmisión** es un parámetro de cálculo proporcional a la tensión generada por una transmisión externa montada sobre el eje del reductor.
- Mn₂** [Nm] **Par transmisible**, referido al eje de entrada del reductor. El valor de catálogo está calculado para un factor de servicio f_s = 1.
- Mr₂** [Nm] **Par solicitado** por la aplicación. Su valor deberá ser siempre igual o inferior al par nominal Mn₂ del reductor.
- Mc₂** [Nm] **Par de cálculo**. Es un parámetro virtual y se utiliza en el procedimiento de selección del reductor según la expresión:

$$M_{c2} = M_2 \times f_s \times f_p$$

- n** [min⁻¹] **Velocidad de giro del eje.**



P_{n1}	[kW]	Potencia nominal referida al eje de entrada del reductor y calculada en correspondencia a un factor de servicio $f_s = 1$.
P_R	[kW]	Potencia requerida por la aplicación.
R_C	[N]	La carga radial de cálculo es la generada por una transmisión externa sobre los ejes de entrada y de salida respectivamente; puede ser calculada a través de las siguientes expresiones:

$$R_{c1}[N] = \frac{2000 \times M_1 \times K_B}{d \text{ [mm]}} ; R_{c2}[N] = \frac{2000 \times M_2 \times K_B}{d \text{ [mm]}}$$

R_N	[N]	La carga radial admisible deberá ser siempre igual o superior a la carga radial de cálculo. El valor punta está indicado en el catálogo para cada tamaño y relación de reducción de los reductores, referido al centro de la longitud del eje.
-------	-----	--

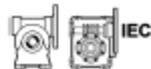
S - El factor de seguridad se define como:

$$S = \frac{M_{a2}}{M_2} = \frac{P_{n1}}{P_1}$$

t_a	[°C]	Temperatura ambiente.
t_r	[min]	El tiempo de funcionamiento es la duración total de la fase de trabajo.
t_r	[min]	El tiempo de reposo es el intervalo de inactividad entre dos fases de trabajo.
Z_r	-	Número de arranques hora.
η_d	-	El rendimiento dinámico se expresa por la relación entre la potencia medida en el eje de salida y la aplicada en el eje de entrada:

$$\eta_d = \frac{P_2}{P_1}$$

$[]_1$	El tamaño en cuestión se refiere al eje de entrada del reductor.
$[]_2$	El tamaño en cuestión se refiere al eje de salida del reductor.



Motorreductor predispuesto para el montaje con motores estándar IEC.

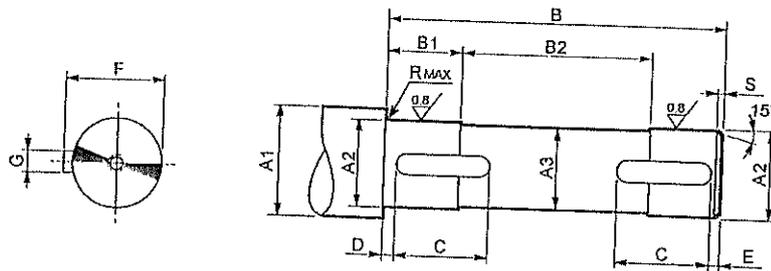


Reductor con eje de entrada cilíndrico.



Situación de peligro. Puede provocar daños leves a las personas.

Serie VF y W



(A21)

	A1	A2	A3	B	B1	B2	C	D	E	F	G	R	S	
VF 30	≥ 19	14 f7	13	53	18,5	16	40	6,5	6,5	16	5 h9	0,5	1,5	UNI 6604
VF 44	≥ 23	18 f7	17	62	22,5	17	50	6	6	20,5	6 h9	0,5	1,5	5x5x40 A
VF 49	≥ 30	25 f7	24	80	20,5	39	20	2	2	28	8 h9	1	1,5	6x6x50 A
VF 130	≥ 52	45 f7	44	163	50,5	62	60	2,5	2,5	49,5	14 h9	2,5	2	8x7x20 A
VF 150	≥ 57	50 f7	49	173	53	67	70	2,5	2,5	53,5	14 h9	2,5	2	14x9x60 A
VF 185	≥ 68	60 f7	59	188	63	62	80	2,5	2,5	64	18 h9	2,5	2	14x9x70 A
VF 210	≥ 99	90 f7	89	258	83	92	80	3	3	95	25 h9	2,5	2,5	18x11x80 A
VF 250	≥ 121	110 h7	109	318	83	152	80	3	3	116	28 h9	2,5	2,5	25x14x80 A
														28x16x80 A

(A22)

	A1	A2	A3	B	B1	B2	C	D	E	F	G	R	S	
W 63	≥ 30	25	24	118	38	42	35	2	2	28	8 h9	1	1,5	UNI 6604
	≥ 35	28	27	125	38	49	40	2	2	31	8 h9	1	1,5	8x7x35 A
W 75	≥ 35	30	29	125	38	49	40	2	2	33	8 h9	1	1,5	8x7x40 A
W 86	≥ 42	35	34	138	43	52	40	2	2	38	10 h9	1,5	1,5	8x7x40 A
W 110	≥ 48	42	41	153	43	67	50	2,5	2,5	45	12 h9	1,5	2	10x8x40 A
														12x8x50 A



2.0 - INTRODUCCIÓN A LA DIRECTIVA ATEX

Atmósfera explosiva

Según la directiva 94/9/CE se entiende por atmósfera explosiva la constituida por una mezcla:

- de **sustancias inflamables** en estado gaseoso, vapor, niebla y polvos;
- con **aire**;
- en determinadas condiciones atmosféricas;
- una vez iniciada, la combustión se propaga al mismo tiempo que la mezcla no quemada (es preciso hacer notar, que en presencia de polvo, no siempre éste se consume totalmente en la combustión).

Una atmósfera susceptible de transformarse en atmósfera explosiva a causa de las condiciones locales y/o operativas se define como **atmósfera potencialmente explosiva**. Es sólo a este tipo de atmósfera potencialmente explosiva que están destinados los productos objeto de la directiva 94/9/CE.

Norma europea de armonización ATEX

De la Unión Europea han emanado dos directivas guía de armonización en el campo de la salud y de la seguridad. Estas directivas son conocidas como ATEX 100a y ATEX 137.

La directiva ATEX 100a (EU/94/9/CE) describe los requisitos mínimos de seguridad para los productos destinados al uso en zonas con riesgo de explosión, en el interior de los países de la Unión Europea. La directiva asigna, además, una categoría definida por la directiva misma.

La directiva ATEX 137 (EU/99/92/CE) indica los requisitos mínimos en referencia a la salud y a la seguridad del ambiente de trabajo, de las condiciones de trabajo, del manejo de los productos y sustancias en ambientes con riesgo de explosión. La directiva además, divide los ambientes de trabajo en zonas y establece los criterios para la aplicación de la categoría del producto en la zona misma.

Sigue un esquema descriptivo de la zona donde el director de una planta caracterizada por la presencia de atmósfera potencialmente explosiva, debe subdividir las áreas de aplicación de los aparatos.

Zona		Frecuencia de la formación de atmósfera potencialmente explosiva	Tipo de peligro
Atmósfera gaseosa	Atmósfera polvorienta		
G	D		
0	20	Presencia constante o periodos prolongados	Permanente
1	21	Ocasional en funcionamiento normal	Potencial
2	22	Muy rara y/o de breve duración en funcionamiento normal	Mínimo

Los reductores de producción BONFIGLIOLI RIDUTTORI seleccionados en el presente catálogo son idóneos para instalaciones en las zonas 1, 21, 2 y 22, resaltados en color gris en el esquema arriba indicado.

A partir del 1 Julio 2003 las directivas ATEX se aplican en todo el territorio de la Unión Europea sustituyendo las leyes actualmente en vigor a nivel nacional y europeo en materia de atmósfera explosiva.

Es de subrayar que, por primera vez, la directiva se extiende a los aparatos de naturaleza mecánica, hidráulica y neumática y no solamente a los aparatos eléctricos como se ha contemplado hasta hoy.



En relación a la **Directiva Máquina 98/37/CE** es necesario precisar que la directiva 94/9/CE se pone como un complejo de requisitos muy específicos y particularizados en relación a los peligros derivados de atmósferas potencialmente explosivas mientras la directiva Máquina, con relación a la seguridad contra el riesgo de explosiones, contiene sólo requisitos de carácter muy general (apéndice I, párr. 1.5.7).

Por lo tanto, en lo referente a la protección contra explosiones en presencia de atmósferas potencialmente explosivas, prevalece y debe ser aplicada la directiva 94/9/CE (ATEX 100a). Para todos los otros riesgos referidos a la maquinaria deben ser aplicados también los requisitos correspondientes a la directiva Máquina.

Niveles de protección para las diversas categorías de aparatos

Las diversas categorías de aparatos deben estar en condiciones de funcionar conforme a los parámetros establecidos por el fabricante a determinados niveles de protección.

Nivel de protección	Categoría		Tipo de protección	Condiciones de funcionamiento
	Grupo I	Grupo II		
Muy elevado	M1		Dos medios de protección independientes o seguridad garantizada tanto si se producen dos averías independientes una de la otra	Los aparatos quedan alimentados y en funcionamiento también en presencia de atmósfera explosiva
Muy elevado		1	Dos medios de protección independientes o seguridad garantizada tanto si se producen dos averías independientes una de la otra	Los aparatos restantes alimentados en función de la zona 0, 1, 2 (G) y/o en las zonas 20, 21, 22 (D)
Elevado	M2		Protecciones adaptadas al funcionamiento normal y en condiciones de funcionamiento gravosas	Queda interrumpida la alimentación de los aparatos en presencia de atmósfera potencialmente explosiva
Elevado		2	Protecciones adaptadas al funcionamiento normal y con averías frecuentes o aparatos con los que normalmente se controlen las averías	Los aparatos quedan alimentados en función de la zona 1, 2 (G) y/o en las zonas 21, 22 (D)
Normal		3	Protecciones adaptadas al funcionamiento normal	Los aparatos quedan alimentados en función de la zona 2 (G) y/o en la zona 22 (D)

Definición de los grupos (EN 1127-1)

Grupo I Comprende los aparatos destinados a ser utilizados en trabajos subterráneos de minería y en las plantas de superficie, expuestos al riesgo de emanaciones de grisú y/o polvos combustibles.

Grupo II Comprende los aparatos destinados a ser utilizados en otros ambientes en que exista la probabilidad que se provoque una atmósfera explosiva.

Las áreas en color gris evidencian las únicas categorías para las cuales están disponibles los reductores de producción BONFIGLIOLI RIDOTTORI. Queda, por tanto, excluida cualquier instalación de aparatos BONFIGLIOLI RIDOTTORI en las aplicaciones de minería, clasificables como **Grupo I** y **Grupo II**, categoría 1.



En síntesis, el conjunto de clasificaciones de los aparatos en grupos, categorías y zonas puede ser representado por el esquema siguiente, en el cual la disponibilidad de los productos BONFIGLIOLI RIDUTTORI están resaltados en las celdas en color gris.

Grupo	I		II					
	minería, grisú		otras áreas potencialmente explosivas por presencia de gas o polvo					
Categoría	M1	M2	1		2		3	
Atmósfera ⁽¹⁾			G	D	G	D	G	D
Zona			0	20	1	21	2	22
Tipo de protección reductor					c, k	c, k	c, k	c, k

(1) G = gas D = polvo

Este catálogo describe los reductores de tornillo sin fin de las series VF y W, de producción BONFIGLIOLI RIDUTTORI, destinados a ser utilizados en ambientes con riesgo potencial de explosión, limitados a las categorías 2 y 3.

Los productos aquí descritos están en conformidad a los requisitos mínimos de acuerdo a la directiva europea 94/9/CE formando parte de la directiva conocida como ATEX (ATmósferas EXplosivas).

Certificado de conformidad

El certificado de conformidad, copiado en el presente catálogo, es el documento que certifica la conformidad del producto en la directiva 94/9/CE.

La validez del certificado está unida al respeto de las instrucciones especificadas en el manual de uso, instalación y mantenimiento para la utilización del producto con seguridad en todas las fases de su vida activa.

Son de particular relieve las prescripciones relativas a las condiciones ambientales que, si no son respetadas en condiciones de funcionamiento, originan la invalidación del presente certificado.

En el caso de duda sobre la validez del certificado de conformidad, contactar con el servicio técnico-comercial de BONFIGLIOLI RIDUTTORI.

3.0 - USO, INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO



Las prescripciones relativas al almacenaje, la manipulación y el uso seguro del producto están especificadas en el Manual de instalación, uso y mantenimiento.

Invitamos al usuario a conseguirlo descargándolo de la página web www.bonfiglioli.com/atex.html donde el Manual está disponible en distintos idiomas y en formato PDF.

El documento deberá ser conservado en lugar idóneo, en las proximidades de la instalación del reductor, para el conocimiento de todo el personal autorizado a operar con el producto a lo largo de toda la vida del mismo.

El fabricante se reserva la facultad de efectuar modificaciones, inserciones o mejoras en el manual en interés del propio usuario.



4.0 - SELECCIÓN DEL TIPO DE CONJUNTO

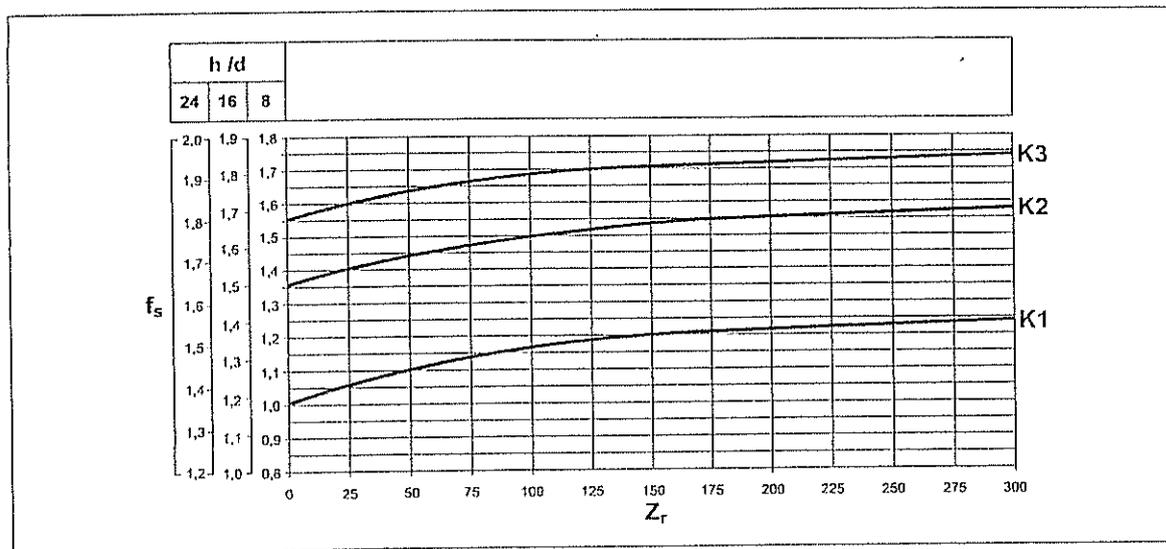
4.1 - Factor de servicio - f_s

El factor f_s de servicio es el parámetro que traduce a un valor numérico aproximado la dureza del servicio el reductor tiene que realizar, teniendo en cuenta: el funcionamiento diario, la variabilidad de la carga y las eventuales sobrecargas, unidos a la aplicación específica del reductor.

En el gráfico abajo indicado, el factor de servicio se obtiene, una vez seleccionada la columna relativa a las horas de funcionamiento diario, por la intersección entre el número de arranques/hora y una de las curvas K1, K2 y K3. Las curvas K_ están asociadas a la naturaleza del servicio (aproximadamente: uniforme, medio y pesado) a través del factor de aceleración de las masas K, unido a la relación entre la inercia de las masas conducidas y la del motor.

Independientemente de los valores del factor de servicio así obtenido, destacamos que existen aplicaciones entre las cuales, y a puro título de ejemplo la elevación, para las que la rotura de un elemento del reductor podría representar un riesgo de lesiones del personal que opere en las proximidades.

En caso de dudas en la aplicación, concernientes a los posibles riesgos, aconsejamos consultar previamente con nuestro Servicio Técnico.



$Z_r = n^\circ$ de arranques / hora.

4.2 - Factor de aceleración de las masas - K

El parámetro sirve para seleccionar la curva relativa al tipo particular de la carga. El valor se obtiene de la relación:

$$K = \frac{J_c}{J_m}$$

donde:

J_c = momento de inercia de las masas conducidas, referido al eje del motor

J_m = momento de inercia del motor

$K \leq 0,25$ – curva K1 – carga uniforme

$0,25 < K \leq 3$ – curva K2 – carga con choques moderados

$3 < K \leq 10$ – curva K3 – carga con choques fuertes

Para valores de $K > 10$ se recomienda contactar con el Servicio Técnico BONFIGLIOLI RIDOTTORI.



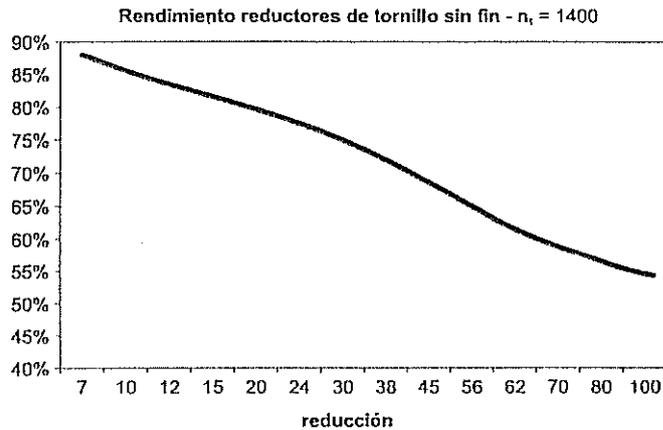
4.3 - Procedimiento de selección:

Determinar el factor de servicio f_s relativo a la aplicación en función del tipo de carga (factor K), del número de arranques hora Zr y de las horas de funcionamiento diarias.

Obtener la potencia absorbida en el eje del motor:

$$P_{r1} \text{ [kW]} = \frac{M_{r2} \times n_2}{9550 \times \eta_d}$$

Aproximadamente, el valor del rendimiento « η_d » puede ser determinado por:

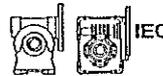


Sucesivamente, proceder de manera diferenciada para la selección de:

- a) un reductor dotado de predisposición para motor estándar IEC
- b) un reductor configurado en la entrada con eje cilíndrico.

Referirse a la nomenclatura abajo indicada:

4.3.1 - Reductores predisuestos con ataque motor IEC



- En la tabla de los datos técnicos, seleccionar el reductor que, para la velocidad n_2 deseada, disponga de una potencia nominal P_{n1} tal que:

$$P_{n1} \geq P_{r1} \times f_s$$

- Seleccionar un motor eléctrico con potencia de placa:

$$P_1 \geq P_{r1}$$

- Verificar que el acoplamiento motorreductor tenga un factor de seguridad igual o superior al factor de servicio para la aplicación, o sea:

$$S = \frac{P_{nt}}{P_1} \geq f_s$$



4.3.2 - Reductor



- Obtener el valor del par de cálculo:

$$M_{c2} = M_{r2} \times f_s \times f_{tp}$$

Donde el factor de corrección « f_{tp} » se obtiene de la tabla siguiente:

		f_{tp}		
Reductor helicoidal C, A, F, S		Reductor vis sinfín VF, W		
$f_{tp} = 1$	Tipo de carga	Temperatura ambiente [°C]		
		20°	30°	40°
	K1 carga uniforme	1,00	1,00	1,06
	K2 carga con golpes moderados	1,00	1,02	1,12
K3 carga con fuertes golpes	1,00	1,04	1,17	

- Para la velocidad n_2 más próxima a la deseada, seleccionar el reductor que desarrolle un par nominal M_{n2} igual o superior al valor del par de cálculo M_{c2} , o sea:

$$M_{n2} \geq M_{c2}$$

4.4 - Verificación pos-selección

Efectuada la selección del reductor, o del motorreductor, es oportuno proceder a la siguiente verificación:

- **Par máximo instantáneo**
El par punta que el reductor puede aceptar ocasionalmente y por breves instantes es del orden del 300% del par nominal M_{n2} . Verificar, por tanto, que el valor del par punta respete esta relación, disponiendo si es necesario, los oportunos dispositivos para la limitación del par.
- **Carga radial**
El catálogo indica el valor de la carga radial máximo admisible para el eje de entrada « R_{n1} » y para el eje de salida « R_{n2} ». Estos valores están referidos a la aplicación de la fuerza en la mitad de eje y siempre debe ser superior a la fuerza realmente aplicada. Ver el párrafo: Cargas radiales.
- **Carga axial**
Verificar que la componente axial de la carga no supere el valor admisible, como está expresado en párrafo: Cargas axiales.

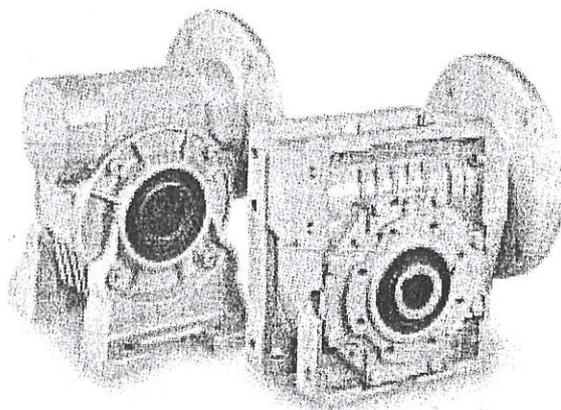
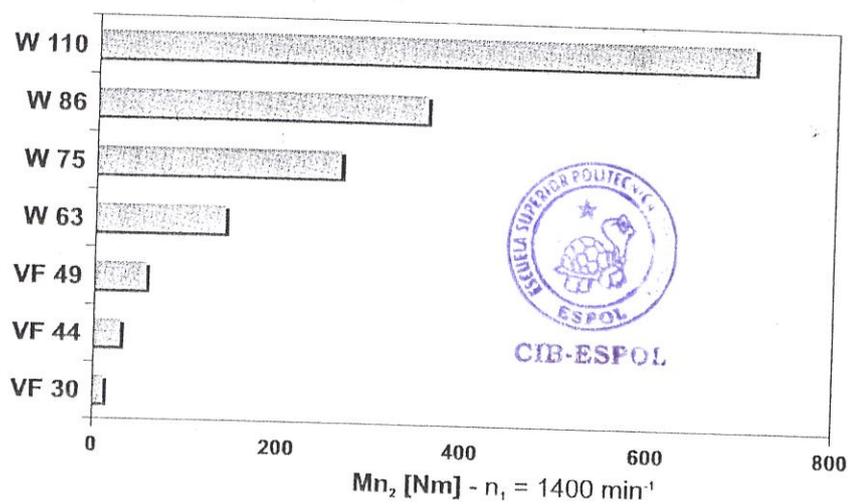
4.5 - Condiciones operativas admitidas por ATEX

- Temperatura ambiente $-20\text{ °C} < t_a < +40\text{ °C}$.
- El reductor debe instalarse en la posición de montaje especificada en el pedido e indicada en la placa de características. Cada variación eventual debe ser comunicada preventivamente y aprobada por BONFIGLIOLI RIDUTTORI.
- Está prohibido instalar el reductor con el eje en posición inclinada, sin previa consulta y aprobación del Servicio Técnico BONFIGLIOLI RIDUTTORI.
- La velocidad del motor acoplado al reductor no debe superar $n = 1500\text{ min}^{-1}$.
- En caso de que el motor deba ser alimentado con un Inverter, se debe verificar la idoneidad del motor para tal uso y el respeto completo de las instrucciones de uso indicadas por el fabricante. Bajo ninguna circunstancia, la regulación del Inverter deberá permitir que el motor pueda superar el límite de velocidad máxima impuesto para el reductor (1500 min^{-1}) o generar sobre cargas para el mismo.
- Deben ser escrupulosamente seguidas todas las prescripciones indicadas en el Manual de uso y mantenimiento (www.bonfiglioli.com/atex.html) correspondientes a las fases de instalación, uso y mantenimiento periódico del reductor.



5.0 - CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LOS GRUPOS ATEX

- lleva tapones de servicio para el control periódico del nivel de aceite.
- Carga de lubricante efectuada originalmente en fábrica, en función de la posición de montaje especificada en el pedido. (*)
- Retenes en Viton®.
- Ausencia de piezas de plástico.
- Marcaje en la placa de características de la categoría del producto y el tipo de protección.

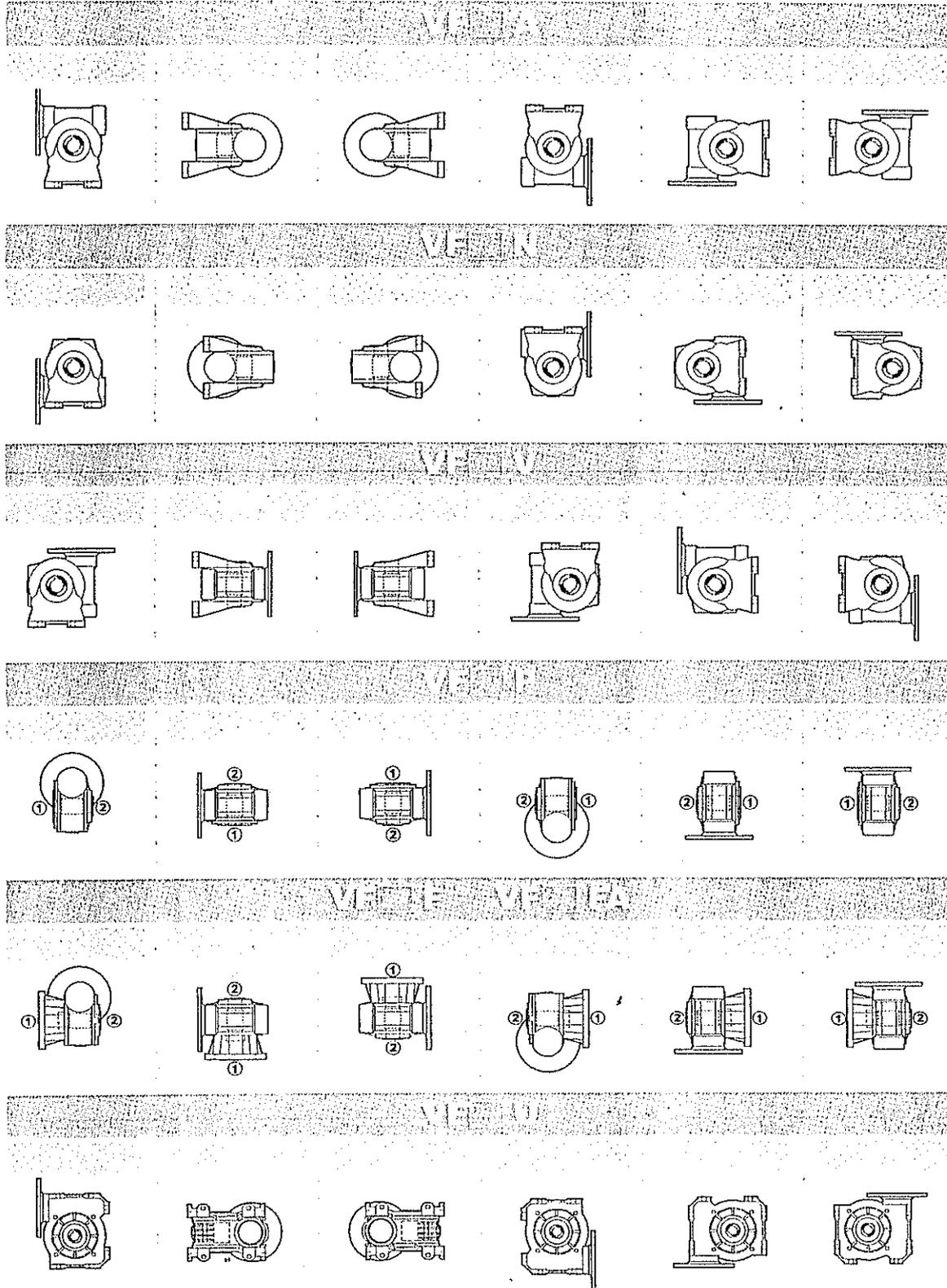


(*) Se excluyen los reductores: W110_P(IEC) en la posición de montaje V5 y V6 y
.. W110_HS en la posición B3, V5 y V6.



5.1 - Formas constructivas y posiciones de montaje

Serie VF



① ② Posición brida

40 Nm

VF 44



	n_2 min ⁻¹	η_s %	η_d %		$n_1 = 1400 \text{ min}^{-1}$				$n_1 = 1400 \text{ min}^{-1}$			
					Mn_2 Nm	Pn_1 kW	Rn_2 N		Mn_2 Nm	Pn_1 kW	Rn_1 N	Rn_2 N
VF 44_7	200	71	86	2D3D-160-2G3G-13	29	0,71	1070	2D3D-160-2G3G-13	29	0,71	200	1070
VF 44_10	140	66	84		29	0,51	1310		29	0,51	220	1310
VF 44_14	100	60	81		29	0,37	1540		29	0,37	220	1540
VF 44_20	70	55	77		30	0,29	1760		30	0,29	220	1760
VF 44_28	50	45	71		30	0,22	2030		30	0,22	220	2030
VF 44_35	40	42	68		30	0,18	2200		30	0,18	220	2200
VF 44_46	30	37	63		30	0,15	2300		30	0,15	220	2300
VF 44_60	23,3	32	58		30	0,13	2300		30	0,13	220	2300
VF 44_70	20,0	30	55		29	0,11	2300		29	0,11	220	2300

48 Nm

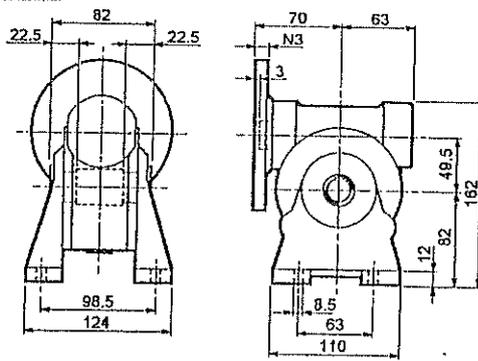
VF 49

	n_2 min ⁻¹	η_s %	η_d %		$n_1 = 1400 \text{ min}^{-1}$				$n_1 = 1400 \text{ min}^{-1}$			
					Mn_2 Nm	Pn_1 kW	Rn_2 N		Mn_2 Nm	Pn_1 kW	Rn_1 N	Rn_2 N
VF 49_7	200	70	86	2D3D-160-2G3G-13	41	1,00	1140	2D3D-160-2G3G-13	41	1,00	400	1140
VF 49_10	140	65	84		42	0,73	1390		42	0,73	400	1390
VF 49_14	100	59	81		42	0,54	1630		42	0,54	400	1630
VF 49_18	78	55	78		43	0,45	1810		43	0,45	400	1810
VF 49_24	58	50	75		44	0,36	2050		44	0,36	400	2050
VF 49_28	50	43	71		42	0,31	2170		42	0,31	400	2170
VF 49_36	39	39	67		43	0,26	2400		43	0,26	400	2400
VF 49_45	31	35	63		44	0,23	2620		44	0,23	400	2620
VF 49_60	23,3	30	58		45	0,19	2920		45	0,19	400	2920
VF 49_70	20,0	28	54	48	0,19	3090	48	0,19	400	3090		

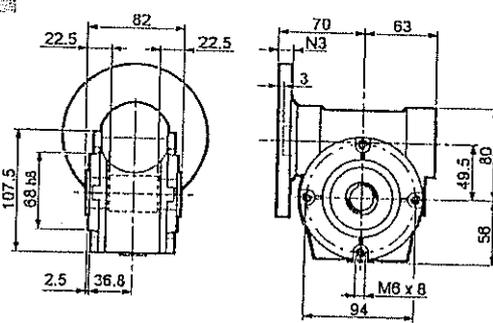


VF 49 B5/B14

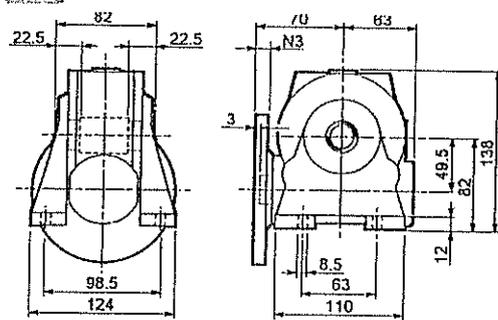
12



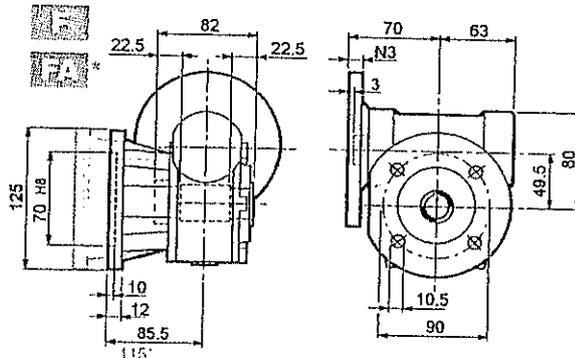
13



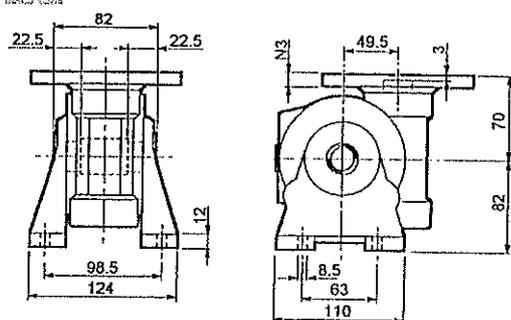
14



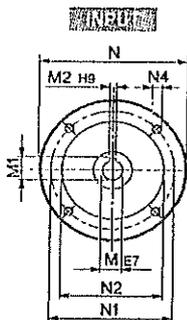
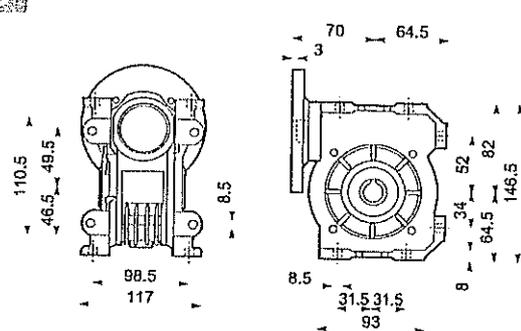
15



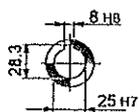
16



17



18



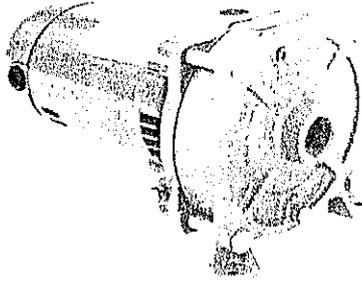
	M	M1	M2	N	N1	N2	N3	N4	
VF 49_P63 B5	11	12.8	4	140	115	95	10.5	9.5	3.0
VF 49_P71 B5	14	16.3	5	160	130	110	10.5	9.5	
VF 49_P80 B5	19	21.8	6	200	165	130	10	11.5	
VF 49_P63 B14	11	12.8	4	90	75	60	7	6	
VF 49_P71 B14	14	16.3	5	105	85	70	10.5	6.5	
VF 49_P80 B14	19	21.8	6	120	100	80	10	7	

APÉNDICE C
CATALOGO PARA LA SELECCIÓN
DE BOMBA

Multi-Stage Centrifugal Pump

MODEL

HSC



APPLICATIONS

Specifically designed for the following uses:

- Water circulation
- Booster service
- Liquid transfer
- Spraying systems
- Jockey pump service
- General purpose pumping

SPECIFICATIONS

Pump

- Capacities: to 50 GPM.
- Pressures: to 94 PSI (217 feet).
- Pipe connections: 1 1/4" suction 1" discharge.
- Temperatures: to 180°F (82°C) max.
- Maximum working pressure: 125 PSI.
- Rotation: right hand, ie; clockwise when viewed from motor end.

Motor

- NEMA standard 3/4 - 1 1/2 HP, 115/230 V; 2 HP, 230 V, 60 Hz.
- Single phase (standard).
- Three phase available - see price book for order numbers.
- 3500 RPM.
- Built-in overload with automatic reset.
- Capacitor type.
- Stainless steel shaft.

FEATURES

- **Multi-stage Design:** Provides steady, quiet and vibration-free operation for years of trouble-free service.
- **Impellers:** 20% glass-filled thermoplastic precision molded for high efficiencies.
- **Compact Design:** Close-coupled, space saving design provides easy installation. Flexible coupling and bedplate not required.
- **Mounting:** Can be mounted in vertical or horizontal position.

■ **Stainless Steel Pump Shaft:** Hex design provides positive drive for impellers and eliminates clearance adjustments.

■ **Corrosion Resistant:** Stainless steel wear rings and coverplates. Electro-coated paint process applied inside and out and then baked on.

■ **O-rings:** Throughout for positive sealing.

■ **Easy to Service:** Can be taken apart for service by removing four bolts.

■ **Motor:** Close coupled design. Ball bearings carry all radial/axial thrust loads. Designed for continuous operation. All ratings are within working limits of the motor.

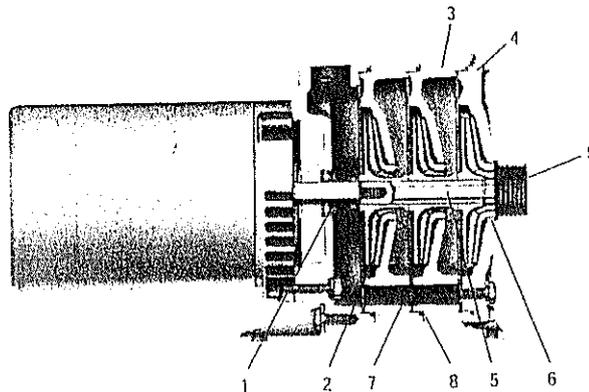
Single Phase Models

HP	Order No.	Stages
3/4	HSC07	2
1	HSC10	2
1 1/2	HSC15	2
2	HSC20	3

COMPONENTS

Item No.	Description
1	Mechanical seal
2	Impellers
3	Intermediate stage
4	Casing
5	Stainless steel hex shaft
6	Stainless steel wear rings
7	Stainless steel cover plates
8	O-ring seals
9	Impeller bolt and washer

Goulds Pumps is ISO 9001 Registered.



MODEL

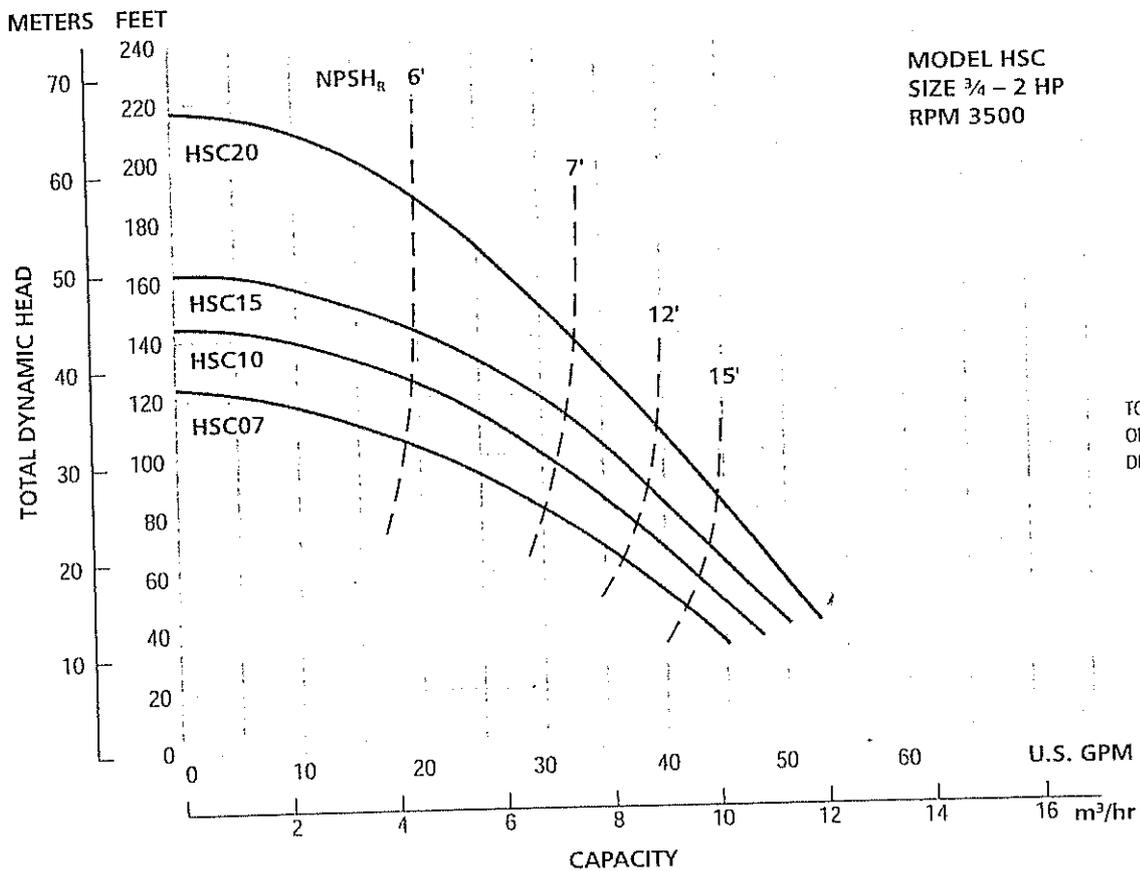
HSC

DIMENSIONS AND WEIGHTS

Model	HP	Length	Width	Height	Wt. (lbs.)
HSC07	¾	15	8	9	53
HSC10	1	16	8	9	58
HSC15	1½	17	8	9	72
HSC20	2	19	8	9	75

(All dimensions are in inches and weight in lbs. Do not use for construction purposes.)

PERFORMANCE CURVE



Goolds Pumps and the ITT Engineered Blocks symbol are registered trademarks and tradenames of ITT Industries.

PRINTED IN U.S.A.

SPECIFICATIONS ARE SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE.

Goolds Pumps



3656/3756 S-Group Numbering System For All Units Built After June 1, 1998

Sistema de numeración del Grupo S, modelos 3656/3756, para todas las unidades fabricadas luego del 1° de junio de 1998

The various versions of the 3656 and 3756 S-Group are identified by a product code number on the pump label. This number is also the catalog number for the pump. The meaning of each digit in the product code number is shown below.

Not all combinations of motor, impeller and seal options are available for every pump model. Please check with Goulds on non-cataloged numbers. Not recommended for operation beyond printed H-Q curve. For critical application conditions consult factory.

Las diferentes versiones de los modelos 3656 y 3756 del Grupo S se identifican con un número de código de producto en la etiqueta de la bomba. Este número es también el número de catálogo de la bomba. A continuación se ilustra el significado de cada dígito en el código del producto.

No todas las combinaciones de motor, impulsor y sellos están disponibles para cada modelo. Consulte a Goulds sobre números que no aparecen en el catálogo.

No se recomienda la operación más allá de la curva impresa de H-Q (carga-capacidad). Para aplicaciones bajo condiciones críticas, consulte con la fábrica.

Example Product Code, Ejemplo del código de producto

9 BF 1 H 2 G 0 H

High Head Impeller (1½ x 2 – 6H Only), Impulsor de carga alta (1½ x 2 – 6H únicamente)

Mechanical Seal and O-ring, Sello mecánico y anillo en O

Type 21 Mechanical Seal, Tipo 21 sello mecánico						
Seal Code, Código del Sello	Rotary, Rotativo	Stationary, Estacionario	Elastomers, Elastómeros	Metal Parts, Partes Metálicas	Part No., Pieza Número	
0	Carbon, Carbón	Ceramic, Cerámica	BUNA-N	316 SS. 316 Acero inoxidable	10K13	
1		Sil-Carbide, Carburo de silicio	EPR		10K19	
3		Sil-Carbide	Carburo de silicio		Viton	10K27
5	10K64					
9	Packed Box Design with BUNA O-Ring, Diseño de prensaestopas empacado con anillo en O de BUNA					15K16

Note: 10K27 replaces obsolete 10K25. Nota: La 10K27 reemplaza la obsoleta 10K25.

Impeller Option Code, Código de opción de impulsor

Impeller Code, Código del impulsor	22BF	9BF	3BF		5BF	4BF	6BF
	1 x 2 – 7 Dia.	1 x 2 – 8 Dia.	1½ x 2 – 6 Dia.	1½ x 2 – 6H Dia.	1½ x 2 – 8 Dia.	2½ x 3 – 7 Dia.	3 x 4 – 7 Dia.
A	6¼"	8⅞"	5½"	5½"	8⅞"	7⅞"	7⅞"
B	6⅞"	7⅞"	5⅞"	5⅞"	7⅞"	6⅞"	6⅞"
C	6	7⅞"	5⅞"		6⅞"	6⅞"	5½"
D	5¼"	7	4¼"		5⅞"	5⅞"	4⅞"
E	5½"	6½"			7	5⅞"	6
F	5⅞"	6⅞"					
G	4⅞"	5⅞"			6⅞"	5⅞"	
H	4⅞"	5⅞"			6⅞"	4⅞"	
J	4⅞"					4⅞"	
K	4⅞"					4⅞"	
L	3⅞"						

Driver, Elemento motor

1 = 1 PH, fase, ODP 4 = 1PH, fase, TEFC 7 = 3 PH, fases, XP 0 = 1 PH, fase, XP
 2 = 3 PH, fases, ODP 5 = 3 PH, TEFC 8 = 575 V, XP
 3 = 575 V, ODP 6 = 575 V, TEFC 9 = 3 PH, fases, TEFC, PREFF
 1 PH, fase = Monofásico; 3 PH, fases = Trifásico

HP Rating, Potencia nominal, HP

C = ½ HP F = 1½ HP J = 5 HP M = 15 HP
 D = ¼ HP G = 2 HP K = 7½ HP N = 20 HP
 E = 1 HP H = 3 HP L = 10 HP

Driver: Hertz/Pole/RPM, Elemento motor: Hertz/Polos/RPM

1 = 60 Hz, 2 pole, 3500 RPM 4 = 50 Hz, 2 pole, 2900 RPM
 2 = 60 Hz, 4 pole, 1750 RPM 5 = 50 Hz, 4 pole, 1450 RPM
 3 = 60 Hz, 6 pole, 1150 RPM

Material, Material

BF = Bronze fitted, Accesorios de bronce AI = All iron, Todo hierro AB = All bronze, Todo bronce

Pump Size, Tamaño de bomba

3 = 1½ x 2 – 6(H) 5 = 1½ x 2 – 8 9 = 1 x 2 – 8
 4 = 2½ x 3 – 7 6 = 3 x 4 – 7 22 = 1 x 2 – 7

The 1 x 2 – 8 and 1 x 2 – 7 are only available in Bronze Fitted. Los tamaños 1 x 2 – 8 y 1 x 2 – 7 están disponibles con accesorios de bronce únicamente.

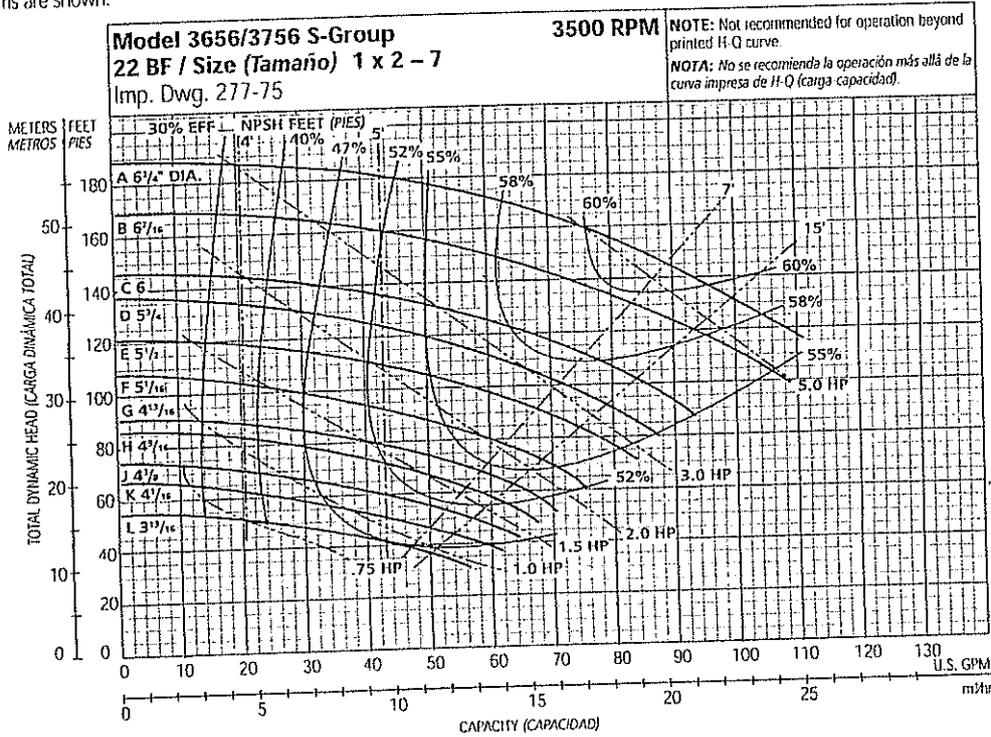
For frame mounted version, substitute the letters "FRM" in these positions.

Para las versiones de montaje en bastidor, reemplazar las letras en esta ubicación con "FRM".

Performance Curves – 60 Hz, 3500 RPM
Curvas de desempeño – 60 Hz, 3500 RPM

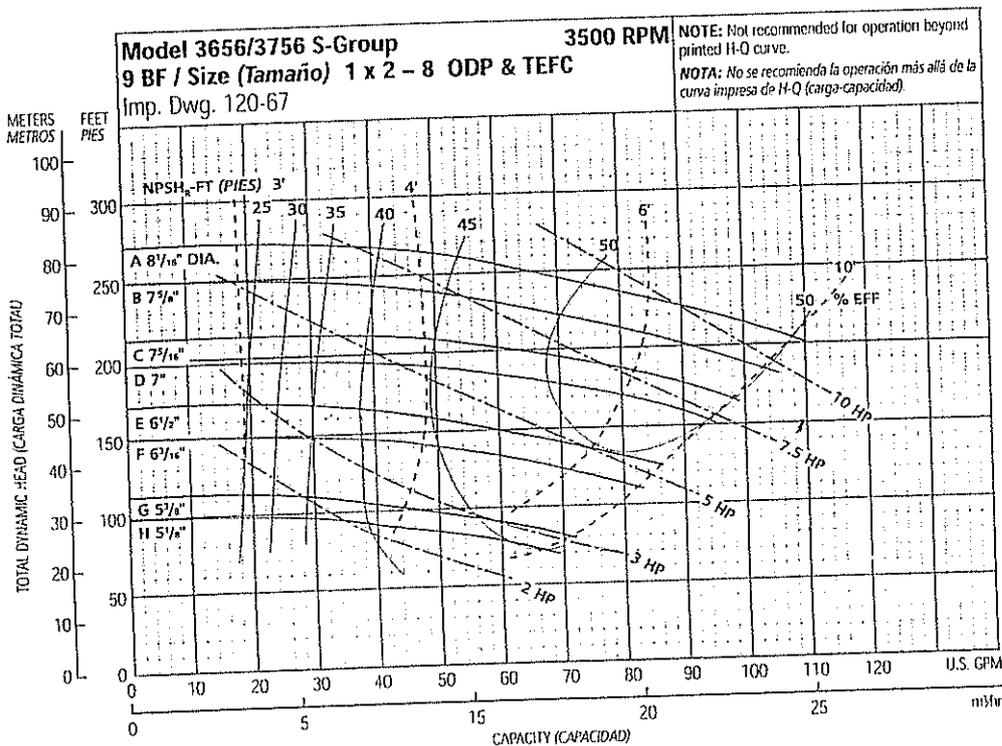
These curves show the performance of the 3656 and 3756 at 3500 RPM and 1750 RPM, 60 Hz, and at 2900 RPM and 1450 RPM, 50 Hz. Standard impeller trims are shown.

Estas curvas ilustran el desempeño de los modelos 3656 y 3756 operando a 3500 RPM y 1750 RPM en 60 Hz, y a 2900 RPM y 1450 RPM en 50 Hz. Se muestran los diámetros de impulsor estándar.



Optional Impeller Impulsor optativo	
Ordering Code Código de pedido	Dia. Diá.
A	6 1/4"
B	6 7/16"
C	6"
D	5 3/4"
E	5 1/2"
F	5 1/8"
G	4 13/16"
H	4 7/8"
J	4 1/2"
K	4 1/8"
L	3 13/16"

NOTE: Pump will pass a sphere to 3/16" diameter.
 NOTA: La bomba dejará pasar una esfera de hasta 3/16" de pulgada de diámetro.



Optional Impeller Impulsor optativo	
Ordering Code Código de pedido	Dia. Diá.
A	8 1/16"
B	7 7/8"
C	7 3/16"
D	7"
E	6 1/2"
F	6 1/8"
G	5 7/8"
H	5 1/4"

NOTE: Pump will pass a sphere to 3/16" diameter.
 NOTA: La bomba dejará pasar una esfera de hasta 3/16" de pulgada de diámetro.

APÉNDICE D
CATALOGO PARA LA SELECCIÓN
DE VENTILADORES

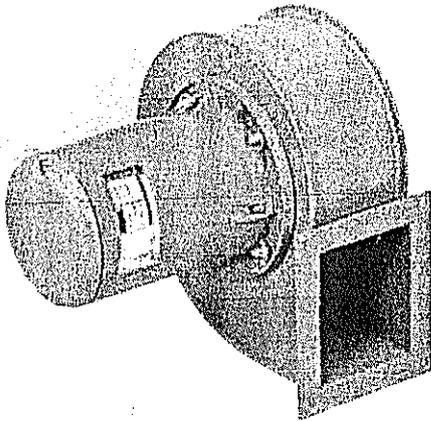


CIB-ESPOL



EXTRACTORES CENTRÍFUGOS DE SIMPLE ASPIRACIÓN

Serie CMB / CMT



CMT serie 1

Ventiladores centrífugos de simple aspiración, para trasegar aire hasta 150°C en continuo (1), fabricados en chapa de acero protegida contra la corrosión por pintura poliéster, con rodete de álabes hacia adelante de acero galvanizado, equilibrado dinámicamente y motor IP55, Clase F (2).

(1) Serie 1: hasta 80°C

(2) Serie 1: IP44, Clase B

Motores

De 2, 4 ó 6 polos, según versiones.

Tensión de alimentación

Monofásicos 230V-50Hz

Trifásicos 230/400V-50Hz

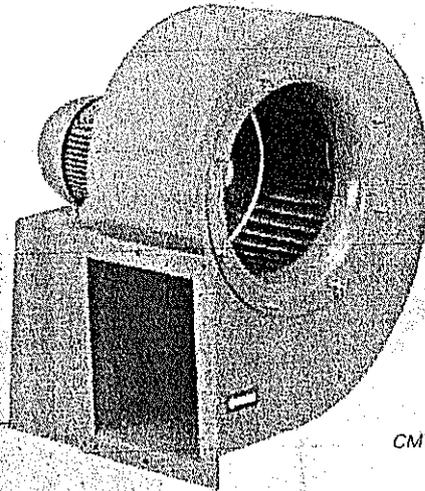
(Ver cuadro de características)

Otros datos

Los motores pueden situarse a derecha o izquierda. La voluta se puede orientar, en cada caso, para ofrecer hasta 16 combinaciones distintas.

Orientación estándar: LG 270.

Versiones en acero inoxidable bajo pedido.



CMT series 2 y 3

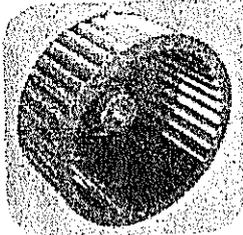
Versiones antiexplosivas según la Directiva ATEX para modelos trifásicos:
 Seguridad aumentada (IIC) EExII T3 excepto Serie 1, de 4 polos, modelos 120 a 180.
 Antideflagrantes (IIC) EExII B15 ó EExII CT4 excepto Serie 1, de 4 polos, modelos 120 a 180.

CMB/CMT



0 020772 402062

Rodete equilibrado dinámicamente



Rodete de álabes hacia adelante, equilibrado dinámicamente según norma ISO 1940, para reducir el ruido y evitar vibraciones

Ventiladores centrífugos

APLICACIONES



Secaderos



Siderurgia Fundición



Enfriamiento de máquinas



Soldadura



Aplicación en maquinaria

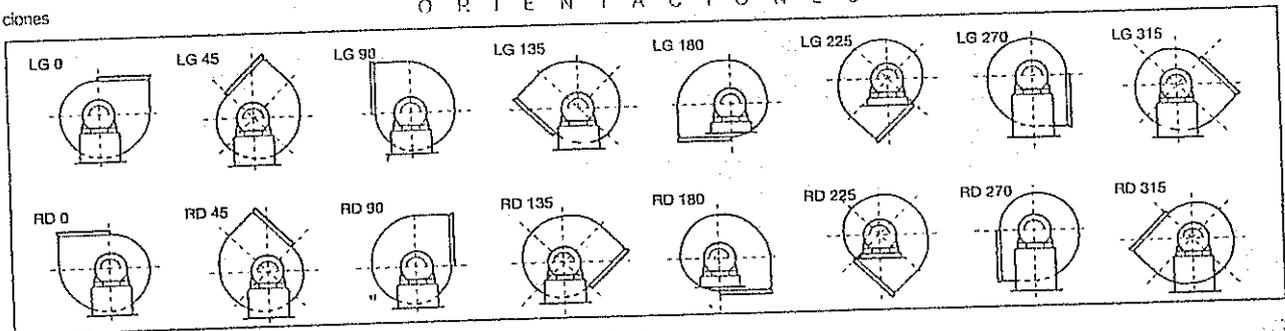


CONTINUO



CONTINUO

ORIENTACIONES



Orientación estándar: LG 270. El resto de las orientaciones se fabrican bajo demanda.



Características técnicas

Es imprescindible comprobar que las características eléctricas (voltaje, intensidad, frecuencia, etc.) del motor que aparece en la placa del mismo son compatibles con las de la instalación.

Los aparatos anti-estáticos solamente pueden funcionar a temperatura ambiente entre -30°C y +40°C.

Serie 2	Velocidad	Protección	Motor clase	Potencia máxima absorbida (kW)	Intensidad máxima absorbida (A)		Caudal máximo (m ³ /h)	Nivel de presión sonora (dB(A))	Peso (kg)	Tipo de anti-bratorios (KSE)
	(r.p.m.)				a 230 V	a 400 V				

2 POLOS TRIFASICO

CMT/2-225/ 90 - 1,1	2780	IP55	F	1,1	4,70	2,70	2080	66	23,0	45
CMT/2-225/ 90 - 1,5	2800	IP55	F	1,5	5,96	3,45	2170	71	27,5	45
CMT/2-225/ 90 - 2,2	2820	IP55	F	2,2	8,50	4,90	3040	76	29,7	45
CMT/2-250/100 - 2,2	2820	IP55	F	2,2	8,50	4,90	2080	73	34,5	45
CMT/2-250/100 - 3	2820	IP55	F	3	10,90	6,30	3685	79	36,5	45
CMT/2-280/115 - 3	2820	IP55	F	3	10,90	6,30	2600	77	43,0	45
CMT/2-280/115 - 4	2870	IP55	F	4	-	8,40	3210	81	47,0	45

4 POLOS TRIFASICO

CMT/4-225/ 90 - 0,55	1390	IP55	F	0,55	2,85	1,65	2600	71	22,0	45
CMT/4-250/100 - 1,1	1390	IP55	F	1,1	4,80	2,80	3790	72	32,0	45
CMT/4-280/115 - 2,2	1400	IP55	F	2,2	9,10	5,30	5200	75	43,0	45
CMT/4-315/130 - 2,2	1400	IP55	F	2,2	9,10	5,30	5660	72	48,0	45
CMT/4-315/130 - 3	1400	IP55	F	3	12,60	7,30	6800	75	51,5	45
CMT/4-315/130 - 4	1420	IP55	F	4	-	9,30	7100	78	57,5	70

6 POLOS TRIFASICO

CMT/6-315/130 - 1,1	930	IP55	F	1,1	6,6	3,8	5400	69	44	45
---------------------	-----	------	---	-----	-----	-----	------	----	----	----

Serie 3

4 POLOS TRIFASICO

CMT/4-355/145 - 3	1400	IP55	F	3	12,65	7,30	6325	75	52,0	45
CMT/4-355/145 - 4	1420	IP55	F	4	-	9,30	7740	78	58,0	70
CMT/4-355/145 - 5,5	1445	IP55	F	5,5	-	12,00	9450	81	68,7	70
CMT/4-400/165 - 4	1420	IP55	F	4	-	9,30	7200	77	70,0	70
CMT/4-400/165 - 5,5	1445	IP55	F	5,5	-	12,00	8300	80	80,0	70
CMT/4-400/165 - 7,5	1445	IP55	F	7,5	-	15,50	10460	83	99,0	70
CMT/4-450/185 - 5,5	1445	IP55	F	5,5	-	12,00	7560	83	92,0	70
CMT/4-450/185 - 7,5	1445	IP55	F	7,5	-	15,50	9900	86	111,0	70
CMT/4-500/205 - 7,5	1445	IP55	F	7,5	-	15,50	8410	83	112,0	70
CMT/4-500/205 - 9,2	1450	IP55	F	9,2	-	21,50	10300	85	120,0	70
CMT/4-500/205 - 11	1450	IP55	F	11	-	22,50	11250	87	132,0	70
CMT/4-500/205 - 15	1460	IP55	F	15	-	31,00	15930	89	147,0	70

6 POLOS TRIFASICO

CMT/6-355/145 - 1,5	945	IP55	F	1,5	7,5	4,3	6700	72	53	45
CMT/6-400/165 - 2,2	920	IP55	F	2,2	10,74	6,20	7590	73	60,5	70
CMT/6-450/185 - 2,2	920	IP55	F	2,2	10,74	6,20	7110	76	88,0	70

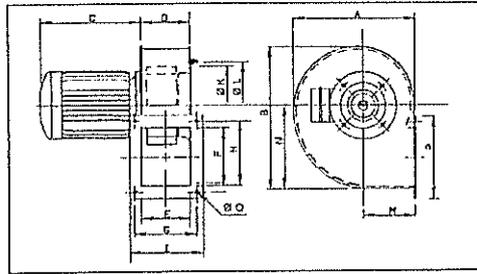
ATENCIÓN: Los valores de los niveles sonoros son presiones sonoras en dB(A) calculadas a 1,5 m a la descarga de los extractores, con el caudal máximo (Q máx).

CMB/CMT

Ventiladores centrífugos

■ Dimensiones (mm)

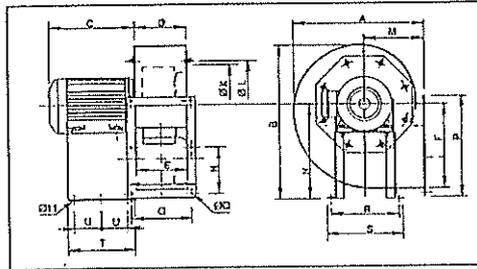
Serie 1



Modelo	A	B	C1		D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	P	Q
			2*	4*												
120/50	180	203	153	153	74,5	72	85	92	105	106	113	132	81	116	118	5,5
140/50	222	249	177	153	82,5	80	105	105	128	123	144	152	100	147	147	7
160/60	254	293	207	153	102,5	100	120	128	148	153	166	180	109	171	172	7
180/75	302	347	232	177	117,5	115	140	145	170	168	187,5	210	128	203	192	9
200/60	300	347	207	153	107,5	105	100	135	128	158	209	230	128	203	152	9
200/80	321	375	232	207	132,5	130	160	160	188	183	209	230	138	222	212	9

* Número de polos.

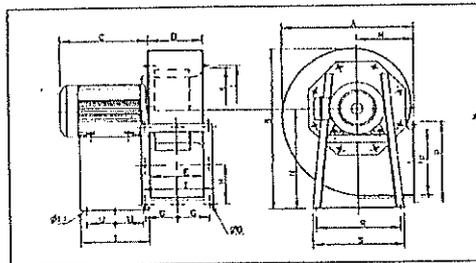
Serie 2



Modelo	A	B	C1		D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	P	Q	R	S	T	U
			2*	4*																
225/90	386	452	248	235	144	140	216	180	128	203	234	256	181	280	279	10	220	250	200	50
250/100	425	501	300	248	169	165	250	205	145	228	261	282	197	310	313	10	228	260	225	74
280/115	471	553	320	300	184	184	300	220	170	243	293	320	216	340	363	10	245	275	240	95
315/130	524	628	-	320	206	200	320	240	180	263	326	354	238	390	383	11	322	352	230	140

* Número de polos.

Serie 3



Modelo	A	B	C max.		D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	P	Q	R	S	T	U
			/4*	/6*																
355/145	572	713	390	320	231	228	280	133	159	291	367	394	250	445	343	11	420	450	333	136,5
400/165	632	796	425	340	254	250	320	150	185	334	413	438	270	495	404	11	402	438	327	133,5
450/185	709	898	425	340	288	284	360	164	202	368	463	485	302	560	444	11	502	538	340	140
500/205	795	984	550	445	319	315	450	182,5	250	409	513	535	345	610	544	11	613	653	435	187,5

* Número de polos.

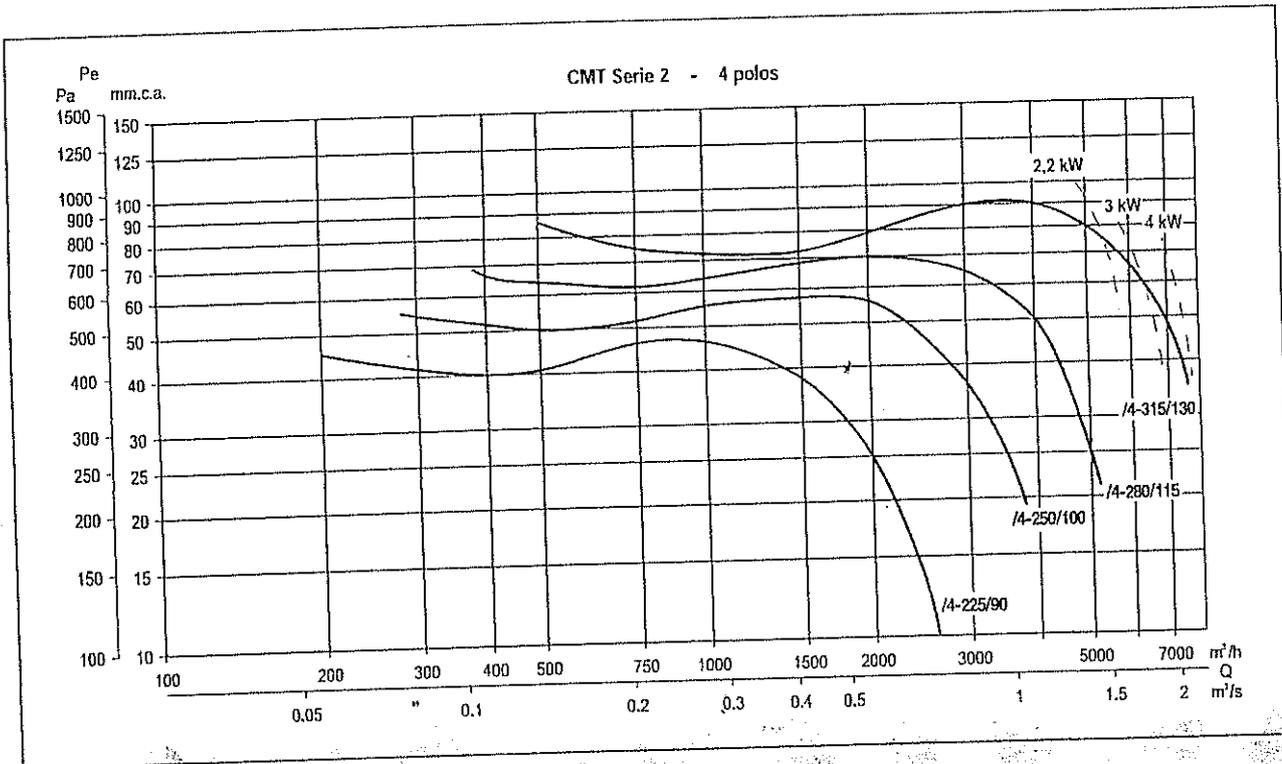
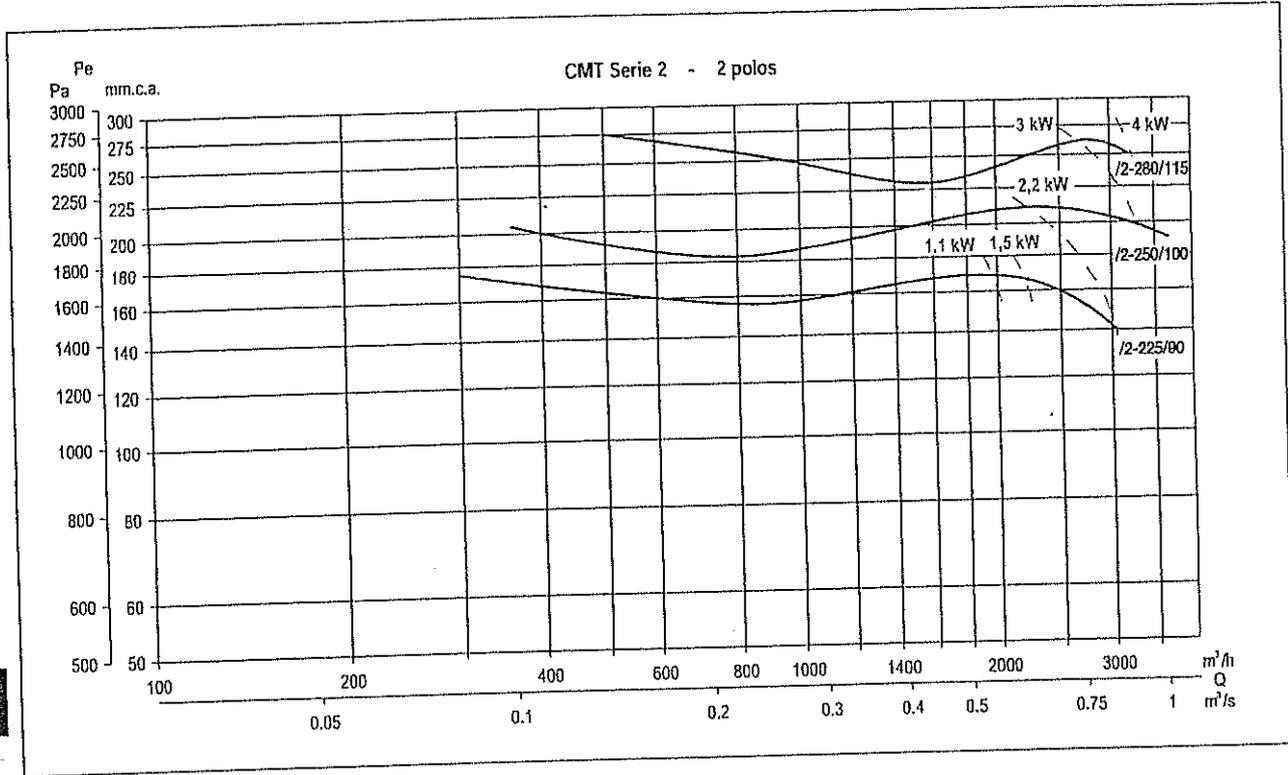
■ Curvas características

- Q = Caudal en m³/h y m³/s.
- Pe = Presión estática en mm.c.d.a y Pa.
- Aire seco normal a 20 °C y 760 mm c.d. Hg.
- Ensayos realizados de acuerdo a Normas UNE 100-212-89 BS 848, Part 1; AMCA 210-85 y ASHRAE 51-1985.

CMB/CMT

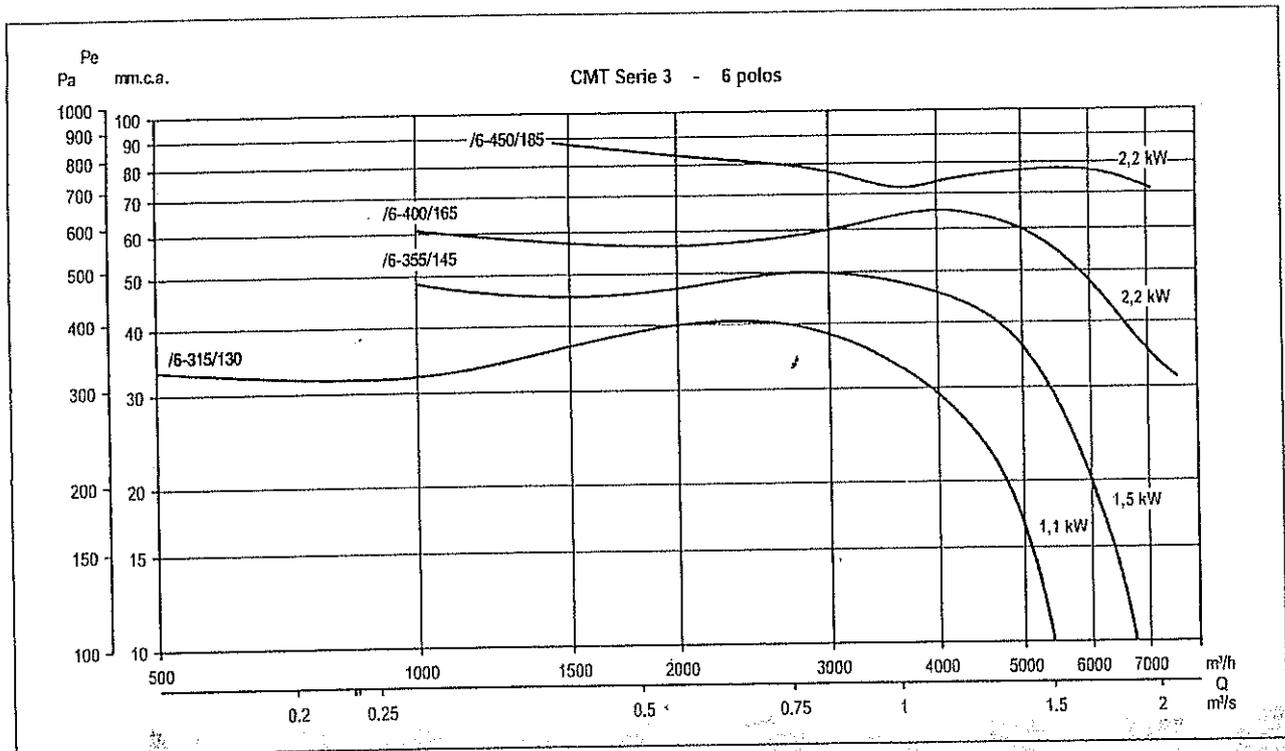
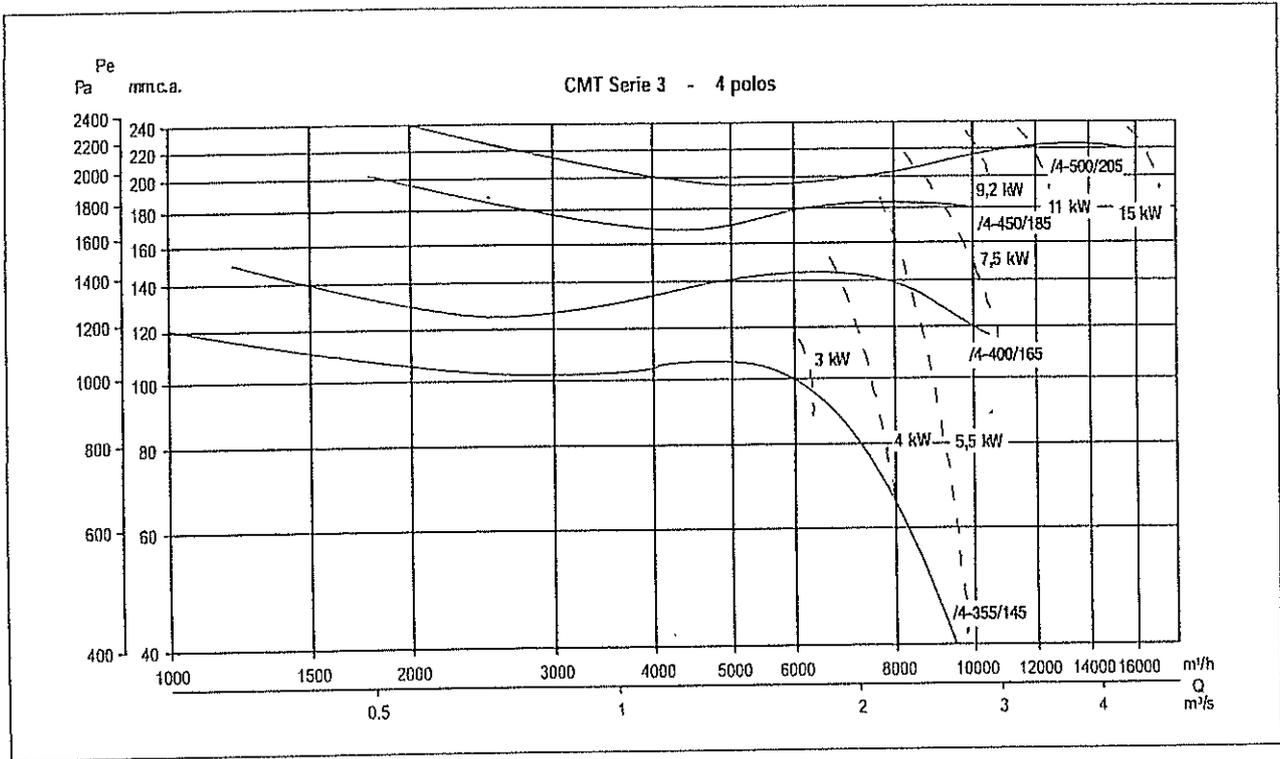


Ventiladores centrifugos



■ Curvas características

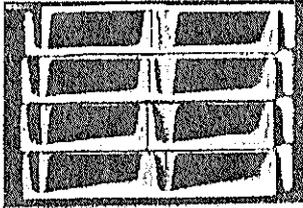
- Q = Caudal en m³/h y m³/s.
- Pe = Presión estática en mm.c.d.a y Pa.
- Aire seco normal a 20 °C y 760 mm c.d. Hg.
- Ensayos realizados de acuerdo a Normas UNE 100-212-89 BS 848, Part 1; AMCA 210-85 y ASHRAE 51-1985.



CMB/CMT

Ventiladores centrifugos

APÉNDICE E
TABLAS PARA SELECCIÓN DE
PERFILES


ESPECIFICACIONES GENERALES

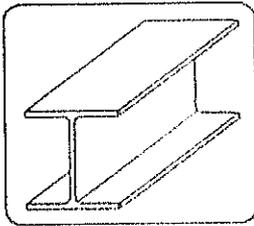
Largo Standard: 6 m
 Espesor: Según dimensiones
 Recubrimiento: Negro
 Calidad del acero: ASTM A-36
 DIN 17100 ST 37.2

NORMA INTERNA

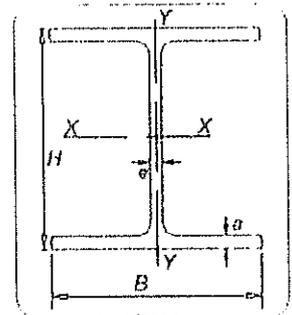
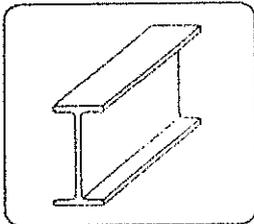
UPN	
Longitud:	-0 +100
Dimensiones acorde: DIN 1026	
HEB	
Longitud:	-0 +100
Dimensiones acorde: DIN 1025-2	
IPE	
Longitud:	-0 +100
Dimensiones acorde: DIN 1025-5	

APLICACIONES

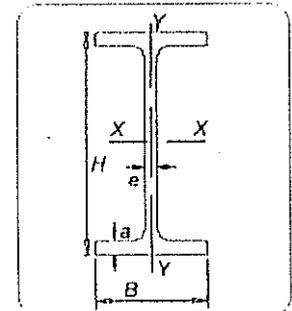
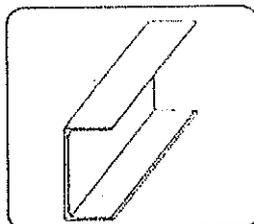
- Estructuras
- Soporte de polipaste en puentes grúas o techos
- Puentes
- Rieles

VIGAS HEB


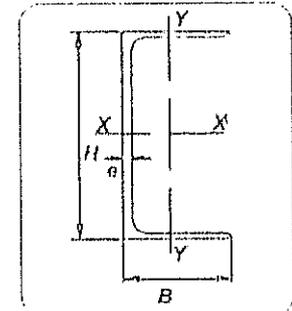
Descripción	Altura H	Ancho ala B	Esp. ala e	Esp. alma e	Peso P	Peso P	Wx	Wy
	mm	mm.	mm.	mm.	kg/m	kg/6m	cm2	cm2
HEB 100	100	100	10	6	20.4	122.4	90	33
HEB 160	160	160	13	8	42.6	255.6	311	111
HEB 200	200	200	15	9	61.3	367.8	570	200
HEB 240	240	240	17	10	83.2	499.2	938	327
HEB 300	300	300	19	11	117	702	1680	571

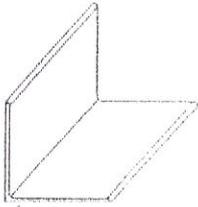
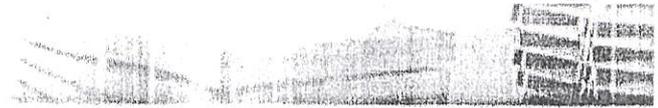

VIGAS IPE


Descripción	Altura H	Ancho ala B	Esp. ala e	Esp. alma e	Peso P	Peso P	Wx	Wy
	mm	mm	mm	mm	kg/m	kg/6m	cm2	cm2
IPE 100	100	55	5.7	4.1	8.1	48.6	34.2	5.79
IPE 120	120	64	6.3	4.4	10.4	62.4	53	8.68
IPE 160	160	82	7.4	5	15.8	77.4	109	16.7
IPE 200	200	100	8.5	5.6	22.4	134.4	194	28.5
IPE 240	240	120	9.8	6.2	30.7	184.2	324	47.3
IPE 300	300	150	10.7	7.1	42.2	253.2	557	80.5


VIGAS UPN


Descripción	Altura H	Ancho ala B	Esp. ala e	Esp. alma e	Peso P	Peso P	Wx	Wy
	mm	mm	mm	mm	kg/m	kg/6m	cm2	cm2
UPN 80	80	45		6	8.64	51.84	26.5	6.36
UPN 100	100	50		6	10.6	63.6	41.2	8.49
UPN 120	120	55		7	13.4	80.4	60.7	11.1
UPN 160	160	65		7.5	18.8	112.8	116	18.3
UPN 180	180	70		8	22	132	150	22.4
UPN 200	200	75		8.5	25.3	151.8	191	27
UPN 240	240	85		9.5	33.2	199.2	300	39.6
UPN 300	300	100		10	46.2	277.2	535	67.8

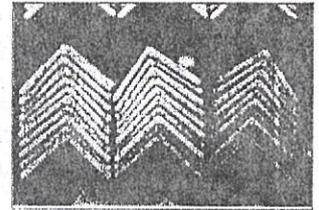




ESPECIFICACIONES GENERALES

Calidad del acero: DIN 17100
ST 37-2
ASTM A-36

Medidas: 20 - 100 mm
Espesor: 3 - 12 mm



NORMA INTERNA

Dimensiones y Tolerancia:

Bajo Norma: DIN 1028
Longitud: -0 mm
+100 mm

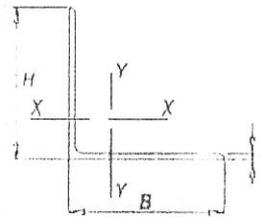
Propiedades de Angulos Laminados

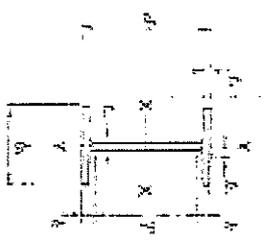
DESCRIPCION	PESO	AREA
	kg/6m	cm ²
AI 20X3	5.28	1.13
AI 25X3	6.72	1.43
AI 25X4	8.67	1.86
AI 30X3	8.16	1.74
AI 30X4	10.68	2.27
AI 40X3	11.04	2.35
AI 40X4	14.52	3.08
AI 40X5	17.82	3.79
AI 40X6	20.91	4.48
AI 50X3	13.98	2.96
AI 50X4	18.36	3.89
AI 50X5	22.62	4.8
AI 50X6	26.82	5.69
AI 60X6	32.52	6.91
AI 65X6	35.04	7.55
AI 70X6	38.28	8.13
AI 75X6	40.69	8.66
AI 80X8	57.78	12.3
AI 100X6	54.82	11.75
AI 100X8	73.2	15.5
AI 100X10	90	19.2
AI 100X12	106.8	22.7



APLICACIONES

- Torres metálicas
- Muebles metálicos
- Carpintería Metálica

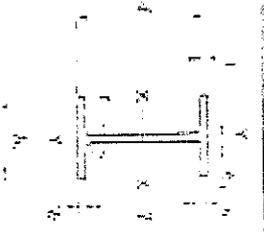




**M SHAPES
Dimensions**

Designation	Area A in ²	Depth d in	Web		Flange		Distances			Max Fiber Stress		
			Thickness t _w in	t _w in	Width b _f in	Thickness t _f in	r in	k in	Gap in			
M 14x10	5.10	14.00	0.215	3/8	4.000	4	0.270	3/8	12 1/2	1 1/2	1/2	3/8
M 15x11 1/2	3.47	12.00	0.177	5/16	3.005	3 1/2	0.225	3/8	10 1/2	1 1/2	3/8	—
M 10x8	2.65	10.00	0.157	3/8	2.000	2 1/2	0.205	3/8	10 1/2	1 1/2	3/8	—
M 8x6 1/2	1.92	8.00	0.135	1/2	2.201	2 1/2	0.180	3/8	7	1 1/2	3/8	—
M 8x8 1/2	5.80	8.00	0.250	3/4	5.970	6	0.370	3/4	4 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2
M 8x4 1/2	1.29	8.00	0.114	3/4	1.814	1 1/2	0.171	3/4	3 1/2	1 1/2	3/4	—
M 5x6 1/2	4.95	5.60	0.310	3/4	5.000	5	0.416	3/4	3 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2
M 4x3	3.07	4.00	0.254	3/4	3.980	4	0.371	3/4	2 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2

AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION



**M SHAPES
Properties**

Designation	Area A in ²	Depth d in	Moment of Inertia I _x in ⁴	Section Modulus S _x in ³	Radius of Gyration r _x in	Elastic Properties					
						About X-X			About Y-Y		
			I _x	S _x	r _x	I _y	S _y	r _y	I _z	S _z	r _z
M 14x10	5.10	14.00	140	21.1	5.28	2.54	1.32	0.719	24.9	2.29	1.09
M 15x11 1/2	3.47	12.00	71.9	12.1	4.55	0.900	0.631	0.532	14.1	1.09	0.755
M 10x8	2.65	10.00	30.0	7.76	3.81	0.602	0.483	0.408	9.79	0.755	0.540
M 8x6 1/2	1.92	8.00	10.5	4.92	3.10	0.343	0.301	0.421	5.42	0.440	0.340
M 8x8 1/2	5.80	8.00	30.8	13.0	2.57	11.6	3.80	1.40	14.5	2.25	0.925
M 8x4 1/2	1.29	8.00	7.20	2.40	2.36	0.185	0.179	0.341	3.00	0.295	0.205
M 5x6 1/2	4.95	5.60	24.1	9.63	2.00	1.00	1.14	1.19	11.0	1.07	0.507
M 4x3	3.07	4.00	10.5	3.24	1.66	3.35	1.71	0.939	6.85	1.24	0.524

AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION

Vertical Deflection

For rolled shapes determined by M , M_{AP} , S , C and M_C , the maximum vertical deflection may be calculated using the formula:

$$\Delta = M L^3 / (16 E I)$$

where

- M = service load moment based on uniformly distributed design load, kip-ft
- L = span length, ft
- E = modulus of inertia, in²
- I = moment of inertia, in⁴
- C = flexure constant (see Fig. 2.5)
- Δ = deflection, in

A live load deflection limit of $L/360$ is assumed

$$M_{AP} = \frac{\text{Span Length}}{360}$$

Deflection can be controlled by limiting the span-depth ratio of a simply supported, undrilled loaded beam as shown in Table 3.1. For large span-depth ratios, vibrations may also be a consideration.

TABLE 3.1. RECOMMENDED SPAN-DEPTH RATIOS

Load Range	M_{AP}	$F_y = 36 \text{ ksi}$	Span-Depth Ratios	$F_y = 50 \text{ ksi}$
0-2 TL	0.25	20.0	19.0	19.0
0-3	0.43	32.5	16.0	16.0
0-4	0.67	39.0	16.0	16.0
0-5	1.00	48.0	23.0	23.0
0-6	1.50	60.0	26.0	26.0

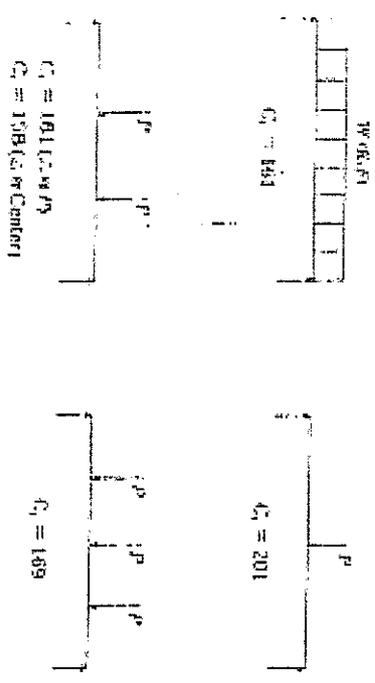


Fig. 3.1. Loading conditions

American Institute of Steel Construction

UNIFORM LOAD CONSTANTS
Use of Tables

Nomenclature

- C_1, C_2 = Uniform load constants, kip-ft
- C_3 = $2M_{AP} / \text{span}^2$
- M_{AP} = $W_{max} / 4$ for compact shapes, kip-in.
- W_{max} = $W_{max} / 4$ for noncompact shapes, kip-in.
- W = Total uniformly distributed design load, kips
- L = span length
- W_{max} = Maximum web shear strength, kips (LRFD Specification Sec. E2.1).
- For $W_{max} \leq 187 \sqrt{K F_{yw}}$
- $W_{max} = 0.6(0.6 F_{yw} L)$
- For $187 \sqrt{K F_{yw}} < W_{max} \leq 234 \sqrt{K F_{yw}}$
- $W_{max} = 0.6 \sqrt{0.6 F_{yw} L} \left[\frac{187 \sqrt{K F_{yw}}}{W_{max}} \right]$
- For $W_{max} > 234 \sqrt{K F_{yw}}$
- $W_{max} = 0.6 \sqrt{0.6 F_{yw} L} \left[\frac{26,400 K}{W_{max}^2} \right]$

- K = web plate buckling coefficient = 5.0 (for rolled shapes with no stiffeners)
- W_{max} = 0.90
- L = Span length below which value W_{max} in the beam web governs, as compared to greater lengths where flexure constant C_1, C_2 governs, ft
- L_{cr} = Lateral unbraced length between points which are either braced against lateral displacement of the compression flange or braced against twist of the cross section, ft
- L_{cr} = Limiting laterally unbraced length for full plastic moment capacity with $C_1 = 1.0$, ft

$$= \frac{3000^2}{12 \sqrt{F_y}}, \text{ compact shape}$$

$$= C_1 = C_2 = (L_{cr} - L_{cr0}) \left[\frac{M_{AP} - M_{cr}^*}{M_{cr}^* - M_{cr}^*} \right], \text{ noncompact shape}$$

L_{cr} = Limiting laterally unbraced length for elastic lateral-torsional buckling, ft

$$= \frac{C_1 X_1}{(C_1 F_y - F_y)} \sqrt{1 - \sqrt{1 + K_1 K_2 F_y - F_y^2}} \quad (F1-4)$$

$$X_1 = \frac{\pi}{L_{cr}} \sqrt{\frac{E I_{cr} J_c}{G J}} \quad (F1-8)$$

American Institute of Steel Construction

APÉNDICE F

DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA

PULVERIZADA

VIKING®**DATOS DE DISEÑO****DISEÑO DE SISTEMAS
DE AGUA PULVERIZADA****DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA
PARA PROTECCION CONTRA INCENDIOS****I. CONSIDERACIONES GENERALES****ATENCION**

Se ofrecen los siguientes procedimientos, como una guía general para los diseñadores de sistemas de agua pulverizada. Se indican de forma general los diferentes aspectos a considerar en el diseño de estos sistemas. Debido a las diferencias entre los equipos y las aplicaciones que se dan en la práctica, no se pueden dar indicaciones que satisfagan todas las exigencias. En consecuencia, debe confiarse en la experiencia de los proyectistas animándoles a que utilicen toda la información disponible de la propiedad, de las compañías de seguros y de las autoridades locales. Viking no garantiza que los procedimientos siguientes darán resultados adecuados para un proyecto en particular.

Los sistemas de Diluvio se utilizan en aplicaciones de alto riesgo. El objeto principal de estos sistemas puede ser la extinción, la refrigeración o ambos. En el caso de líquidos volátiles, en particular a la intemperie, el objeto principal de los sistemas de Diluvio es enfriar los equipamientos para que no resulten dañados por el incendio. En muchas ocasiones se admite la pérdida del producto almacenado o en proceso, siempre que los equipos de almacenamiento o de proceso no resulten dañados por el incendio y puedan ponerse nuevamente en servicio en corto tiempo, una vez apagado el incendio. Normalmente el incendio se extingue por acción directa sobre el mismo o bien dejando que se consuma el combustible.

La refrigeración debe cumplir dos funciones importantes. Debe mantener las estructuras a una temperatura inferior a la que da lugar a una pérdida de su capacidad portante y consecuente colapso, y debe limitar el calentamiento del líquido o gas contenido para que la presión en los equipos se mantenga dentro de límites aceptables.

Los equipos resultan expuestos al calor básicamente por dos causas, bien por el fuego de un derrame en el que el líquido o gas incendiado rodea por completo al equipo, o por un incendio en la proximidad del equipo, aunque no lo envuelva.

Un tanque lleno de líquido tiene una gran capacidad para absorber calor sin aumentar su temperatura de forma significativa. El líquido actúa como un acumulador de calor y debido a la buena conductividad térmica entre las paredes del tanque y el líquido, el material del depósito se mantiene relativamente frío. Sin embargo, el interior de los depósitos rara vez está perfectamente limpio y se forman depósitos que se acumulan en sus fondos. Estos depósitos actúan como aislante, reduciendo de forma considerable la transmisión de calor al líquido. Cuando el tanque está vacío o lleno de gas su capacidad de absorber calor queda fuertemente reducida y es mucho más susceptible de sufrir daños por incendio que si estuviera lleno. De la misma manera cuando un tanque no está totalmente lleno, su parte superior está más expuesta a daños que su parte inferior.

Cuando se calienta un gas o un líquido volátil, se produce un rápido aumento de la presión que debe ser reducida o liberada, en caso contrario se corre el peligro de ruptura. Si el incendio ha debilitado o creado tensiones en determinados puntos, por ellos es por donde es más probable que se produzca el fallo. Normalmente se utilizan venteos para mantener la presión dentro de límites seguros, sin embargo en caso de incendio, es posible que la capacidad de los venteos no sea suficiente para mantener la presión dentro de límites se-

guros. La refrigeración de los equipos puede asegurar que la capacidad de los venteos es adecuada.

Las estructuras portantes no encastradas en hormigón o protegidas contra el fuego, deben protegerse dado que su fallo puede producir el colapso de los equipos.

Deba disponerse de un adecuado enfriamiento para proteger los equipos de un calor excesivo, bien sea por incidencia directa de las llamas o por radiación.

En la mayoría de los casos es necesario proteger todas las partes de los equipos. (A veces equipos muy altos como las torres de craking se protegen únicamente hasta una altura de 30 pies o 9 metros). Idealmente se desearía aplicar sobre cada punto de la superficie expuesta la misma densidad de agua. Esto es imposible, dado que los patrones de descarga de las boquillas rara vez, se adaptan exactamente a los contornos de los equipos. Adicionalmente los efectos de la gravedad y del viento complican la situación. En una instalación de intemperie, debido al viento, las boquillas deben situarse como máximo a 2 ft. (0,60 m) de la superficie a proteger, salvo que dicha superficie se encuentre protegida del viento.

Normalmente el agua aplicada en la parte superior del equipo, escurre por sus partes verticales. Sin embargo la cantidad que escurre por las partes verticales no puede estimarse de forma precisa, debido a las condiciones de viento, a que las superficies pueden no estar perfectamente verticales, a la existencia de partes sobresalientes en el equipo que pueden "tapar" áreas determinadas y quizás lo más importante, la pérdida de agua por vaporización debido al intenso calor del incendio. Adicionalmente, el equipo puede no estar perfectamente limpio, lo que hace que el agua se "repela" en cierta manera canalizándose por la superficie en lugar de distribuirse por ella de forma homogénea. Si el equipo está elevado, prácticamente no hay escurrimiento a las partes inferiores. En consecuencia, el efecto del agua escurrida debe tenerse en cuenta, aunque no pueda quedar garantizado.

El proyectista, al intentar adaptar una determinada distribución de las boquillas de pulverización a una parte concreta de un equipo, puede encontrar en teoría, puntos no mojados. Debe analizar si estos puntos teóricos, en la realidad se convertirán en puntos secos y si en consecuencia debe ajustar el diseño. Un punto no mojado, especialmente en la soldadura superior de un tanque, puede ser muy peligroso. Si esta parte está expuesta a una radiación muy fuerte puede formarse un depósito carbonoso. Este depósito aumenta de forma considerable la posible transmisión de calor por radiación, y además debido a la naturaleza del carbón esta zona repelerá el agua. Teóricamente los puntos secos son mucho más peligrosos en la parte alta de un tanque que en los laterales o la parte inferior, donde se tiene el efecto del escurrimiento del agua.

Al diseñar un sistema del diluvio con el objetivo principal de conseguir una refrigeración, se sugiere que el proyectista siga los siguientes pasos:

1. Determinar las dimensiones del equipo y las necesidades de densidad de aplicación de agua.
2. Establecer las áreas de diseño individuales y la total.
3. Determinar las demandas de agua parciales y totales.
4. Determinar las condiciones del abastecimiento de agua y la probable presión disponible en cada zona del diseño.
5. Determinar el número y el tipo de boquillas requeridas para tener una adecuada cobertura y las necesidades de agua (proceso de tanteo).

Al establecer una distribución de boquillas con el fin de tener un adecuada cobertura, el proyectista tiene la posibilidad de elegir diferentes ángulos de pulverización y caudal de boquillas. Es necesario establecer una distribución adecuada, con el fin de tener las correctas densidad aplicación y cobertura. Frecuentemente habrá más de una posibilidad de elección.


DATOS DE DISEÑO
**DISEÑO DE SISTEMAS
DE AGUA PULVERIZADA**
II. PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO ESPECÍFICOS.
A. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA LA PROTECCIÓN DE TANQUES HORIZONTALES
ATENCIÓN

Se ofrecen los siguientes procedimientos, como una guía general para los diseñadores de sistemas de agua pulverizada. Se indican de forma general los diferentes aspectos a considerar en el diseño de estos sistemas. Debido a las diferencias entre los equipos y las aplicaciones que se dan en la práctica, no se pueden dar indicaciones que satisfagan todas las exigencias. En consecuencia, debe confiarse en la experiencia de los proyectistas animándoles a que utilicen toda la información disponible de la propiedad, de las compañías de seguros y de las autoridades locales. Viking no garantiza que los procedimientos siguientes darán resultados adecuados para un proyecto en particular.

Realizar una inspección detallada del tanque y su entorno. Hallar su diámetro, longitud, altura de los fondos, situación y dimensiones de cualquier irregularidad que pueda afectar a la distribución del agua, como escaleras, bocas de hombre, conexiones de tuberías y similares. Tomar nota del tipo, dimensiones y materiales de las estructuras portantes. Considerar la proximidad de otros equipos que puedan presentar otros riesgos. Tener en cuenta la presencia de cubetos, barreras, y paredes. Averiguar el contenido del tanque y establecer las necesidades de densidad de aplicación de agua para la correcta protección.

Diámetro del Tanque = D

Altura de los Fondos = h

Longitud del Cilindro = L

Densidad Requerida = d

1. Hallar el área de la parte cilíndrica (As)

Ver Figura 1. Superficie = $\pi \cdot D \cdot L$

2. Hallar el agua necesaria para la parte cilíndrica (Qs)

Es la densidad de aplicación por la superficie.

$Qs = As (d)$

3. Hallar el área de los fondos (Ae)

Ver la Figura 1. Utilizar la fórmula adecuada para el fondo. Si ambos fondos no son idénticos, utilizar la fórmula adecuada para cada uno. No considerar la presencia de otros accesorios del tanque.

Fondo Plano: $Ae = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$

Fondo esférico: $Ae = \pi \left(\frac{D^2}{4} + h^2 \right)$

Fondo Hemisférico: $Ae = \frac{\pi \cdot D^2}{2}$

4. Hallar el agua necesaria para cubrir los fondos (Qe)

Es la densidad de aplicación por la superficie.

$Qe1 = Ae1 (d)$

$Qe2 = Ae2 (d)$

5. Determinar el agua necesaria para los accesorios (Qa)

Si se tienen accesorios o apéndices en el tanque, que aumenten la superficie básica a cubrir, debe estimarse el agua necesaria para proteger estas partes, con la misma densidad de aplicación.

$Qa1 = Aa1 (d)$

$Qa = Qa1 + Qa2 + \dots$

6. Determinar el área de diseño para los pies soporte (Al)

Las estructuras de hormigón protegidas contra el fuego, generalmente no precisan protección. Un soporte metálico de poca longitud, 1 ft. (0,3 m), normalmente no precisa protección siempre que reciba agua de la que cae del equipo. Pies más largos precisan protección mediante agua pulverizada sobre la superficie indicada en la Figura 2.

7. Determinar el agua necesaria para cada soporte (Ql)

Es la densidad de aplicación por la superficie. (Tabla A).

$Ql1 = Al1 \cdot (d)$

8. Determinar la totalidad de agua necesaria (Qtot)

Es la suma de todas las cantidades anteriores

$Qtot = Qs + Qe1 + Qe2 + Qa + Ql1 + Ql2 + \dots$

9. Estimar la presión en las boquillas

En función de las condiciones del abastecimiento de agua y el sistema de tuberías, calcular la presión en las boquillas. En los tanques pequeños, la diferencia de presión estática entre las boquillas superiores y las inferiores no será significativa.

10. Seleccionar la disposición de boquillas más adecuada

Se dispone de una amplia gama de boquillas en cuanto a su caudal y ángulos de pulverización. El objetivo es conseguir la adecuada cobertura con el menor número de boquillas y sin pérdida de agua pulverizada. Las pérdidas se producen en la parte cilíndrica de un tanque de pequeño diámetro, cuando se utilizan boquillas de gran ángulo de abertura. Para boquillas situadas a 2 ft. (0,6 m) de la superficie del tanque, estas pérdidas se producen para tanques de menor diámetro que los indicados:

Angulo de Boquilla	Diámetro mínimo del Tanque	
	ft.	m
30	1,4	0,43
60	4,0	1,20
90	10,0	3,00
120	26,0	8,00
140	62,0	19,40

Pueden utilizarse este tipo de boquillas en tanques de menor diámetro siempre que se sitúen más próximas a la superficie del tanque.

Dibujar el tanque a escala y situar las boquillas de acuerdo a lo siguiente:

a. Dirección de la boquilla

Las boquillas que protegen la parte cilíndrica del tanque deben orientarse directamente hacia su superficie. Las que protegen los fondos deben orientarse directamente hacia ellos excepto si se trata de superficies planas. En el caso de superficies planas verticales la boquilla debe orientarse hacia abajo con un ángulo de 10°. Las boquillas que protegen soportes, deben situarse en un punto en donde la protección del tanque no alcanza al soporte y deben orientarse hacia abajo a lo largo del mismo.

b. Distancia de la boquilla a la superficie

Salvo que los tanques estén situados en el interior en donde no influyen las condiciones de viento, las boquillas deben situarse como máximo a 2 ft. (0,6 m) de la superficie del tanque. Boquillas de menor ángulo o boquillas de ventana que protejan pies derechos deben situarse más próximas a la superficie y dirigiendo la pulverización hacia abajo.



DATOS DE DISEÑO

DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA

c. Número de boquillas

La distancia entre las boquillas que protegen la parte cilíndrica del tanque y los fondos, depende de un conjunto de factores. Cuando el agua choca contra la superficie del tanque, se produce una desviación lateral sobre dicha superficie. La magnitud de esta desviación depende de la presión y del ángulo de incidencia del agua sobre la superficie. Debe considerarse también que el área cubierta por la descarga, es mayor en el sentido del diámetro del tanque que en el de su eje, en consecuencia la densidad de aplicación es también menor. En general el número de boquillas que se indican en las siguientes tablas, dan una cobertura adecuada.

1. Fondos del Tanque: Ver Tabla B
2. Parte cilíndrica: Ver Tabla C

d. Pérdida de Agua

Si las boquillas están colocadas muy separadas de la superficie del tanque, o si el diámetro del mismo es muy pequeño, se producirá una pérdida de agua. El agua pulverizada en la boquilla no incidirá sobre el tanque y se perderá. Para evitar este efecto, las boquillas deben situarse más cerca de la superficie, o utilizar un menor ángulo de abertura para la pulverización.

e. Consideración del escurrimiento del agua

El escurrimiento se produce sobre la mitad superior de la parte cilíndrica del tanque, sobre la mitad superior de un fondo esférico y sobre la totalidad de un fondo plano. En la mitad inferior de las partes de forma curva se producirá poco o nulo escurrimiento del agua. El tanque también puede tener accesorios o elementos que impidan que el agua al escurrir, llegue a determinadas superficies que en condiciones normales resultarían mojadas. Estas zonas requerirán boquillas específicas para ser mojadas. En tanques horizontales, el proyectista debe cubrir estas zonas primero y repartir uniformemente el resto del agua disponible sobre la totalidad de la superficie.

f. Boquillas para soportes

Los soportes o estructuras portantes de hormigón, o con recubrimientos resistentes al fuego, no precisan protección. Los soportes metálicos de poca longitud, 1 ft. (0,3 m), normalmente no precisan protección siempre que reciban agua de la que cae del equipo. Pies más largos necesitan protección mediante agua aplicada, por ejemplo, en la parte interior de la H del perfil metálico, o a partir del punto en donde ya no es efectiva el agua que escurre de superficies más altas. Frecuentemente es adecuada una boquilla de ángulo pequeño o las de tipo de ventana.

11. Determinar el agua necesaria por boquilla (Q_{boq})

$$Q_{boq} = Q_{area} / \text{Num. de Boquillas}$$

12. Elegir la adecuada capacidad de las boquillas

Consultar las tablas de los Factores K, para elegir la boquilla que dará la descarga más próxima a la requerida, de acuerdo con la presión estimada.

13. Determinar la presión en la boquilla

De acuerdo con el Factor K, determinar la presión que se precisa para tener el caudal requerido para la boquilla seleccionada.

14. Ajustar el diseño

Calcular hidráulicamente el sistema para definir los diámetros que darán el caudal preciso. Para cada zona en particular considerada en el diseño, debe descargarse el agua requerida. La descarga debe ser lo más uniforme posible. Si la descarga total de agua está por debajo de lo calculado, deben añadirse más boquillas.

A. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA LA PROTECCIÓN DE TANQUES VERTICALES

ATENCIÓN

Se ofrecen los siguientes procedimientos, como una guía general para los diseñadores de sistemas de agua pulverizada. Se indican de forma general los diferentes aspectos a considerar en el diseño de estos sistemas. Debido a las diferencias entre los equipos y las aplicaciones que se dan en la práctica, no se pueden dar indicaciones que satisfagan todas las exigencias. En consecuencia, debe confiarse en la experiencia de los proyectistas animándoles a que utilicen toda la información disponible de la propiedad, de las compañías de seguros y de las autoridades locales. Viking no garantiza que los procedimientos siguientes darán resultados adecuados para un proyecto en particular.

Realizar una inspección detallada del tanque y su entorno. Hallar su diámetro, longitud, altura de los fondos, situación y dimensiones de cualquier irregularidad que pueda afectar a la distribución del agua, como escaleras, bocas de hombre, conexiones de tuberías y similares. Tomar nota del tipo, dimensiones y materiales de las estructuras portantes. Considerar la proximidad de otros equipos que puedan presentar otros riesgos. Tener en cuenta la presencia de cubetos, barreras, y paredes. Averiguar el contenido del tanque y establecer las necesidades de densidad de aplicación de agua para la correcta protección.

Estos tanques normalmente se protegen mediante boquillas en su parte superior y mediante anillos con boquillas a varios niveles en toda su altura. Debe disponerse de la suficiente cantidad de agua en toda la "Área de Diseño".

Diámetro del Tanque	=	D
Altura del Techo	=	h
Altura de la parte cilíndrica	=	H
Densidad Requerida para el tanque	=	d
Densidad Requerida para soportes	=	dl

1. Hallar la Altura (L) y Número (N) de la área de diseño de la parte cilíndrica

a. Tanques con cubierta esférica (ver Figura 3)

La altura total se divide en dos o más zonas de tal forma que la altura de la superior es un tercio de la altura de las inferiores. La altura de las zonas inferiores no debe ser superior a 12 ft. (3,7 m). (El área superior se incluye en el área de diseño de la parte superior del tanque - ver 2-A).

$$L = \frac{H}{N + 1/3} \quad (\text{Resolver por tanteo})$$

b. Tanques con cubierta cónica o plana (ver Figura 3)

La altura total se divide zonas de igual altura y no superior a 12 ft. (3,7 m).

$$L = H / N \quad (\text{Resolver por tanteo})$$

c. Otras consideraciones

Si se tienen dispositivos o accesorios en el tanque que harán que determinadas zonas queden sin cubrir, bien por agua directamente pulverizada o por escurrimiento, estas zonas deben considerarse zonas adicionales de diseño. Cuando se tiene una brida en la parte cilíndrica del tanque, la zona de diseño empieza inmediatamente debajo de la misma y se extiende hasta la próxima brida o hasta la parte inferior del tanque. Frecuentemente el área de diseño se limita a los 30 ft. (9,2 m) de la parte inferior del tanque, dado que las posibilidades de una exposición a un fuego a mayor altura pueden ser limitadas. En este caso puede no ser precisa la protección de las zonas superiores. En ningún caso la altura de una zona de diseño debe ser superior a los 12 ft. (3,7 m).



DATOS DE DISEÑO

DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA

2. Hallar el área de diseño superior (At)

a. Tanques con techo esférico. (Ver Figura 3)

Esta zona es igual a la superficie de techo más la zona cilíndrica entre el borde superior del tanque y la zona superior de diseño de la parte cilíndrica. (Ver punto 1-A).

$$\text{Techo esférico} \quad At = \pi \left(\frac{D^2}{4} + h^2 + \frac{D L}{3} \right)$$

$$\text{Techo hemisférico} \quad At = \pi \left(\frac{D^2}{2} + \frac{D L}{3} \right)$$

b. Tanques con techo plano o cónico. (Ver Figura 3)

El área de diseño es igual al área del techo.

$$\text{Techo plano} \quad At = \pi \frac{D^2}{4}$$

$$\text{Techo cónico} \quad At = \pi \frac{D}{2} \left(\frac{D^2}{4} + h^2 \right)^{1/2}$$

3. Hallar el total de agua necesaria para el techo (Qt)

Es igual a la superficie por la densidad de aplicación necesaria (Tabla A).

$$Qt = At (d)$$

4. Hallar el área de diseño para los anillos laterales (As)

Ver la Figura 3. En tanques sin obstrucciones, el área de diseño es la misma para cada anillo. Para tanques con obstrucciones puede ser diferente.

$$As = \pi D L$$

5. Hallar el agua necesaria para los anillos laterales (Qs)

Para cada anillo o área lateral, el agua necesaria es igual a la superficie por la densidad de aplicación necesaria (Tabla A). En el caso de tanques sin obstrucciones en su superficie, la demanda de agua será igual para cada anillo.

$$Qs1 = As1 (d)$$

6. Hallar el área de diseño del fondo (Ab). (Ver Figura 3).

$$\text{Fondo plano} \quad Ab = \pi \frac{D^2}{4}$$

$$\text{Fondo esférico} \quad Ab = \pi \left(\frac{D^2}{4} + h^2 \right)$$

$$\text{Fondo hemisférico} \quad Ab = \pi \frac{D^2}{2}$$

$$\text{Fondo cónico} \quad Ab = \pi \frac{D}{2} \left(\frac{D^2}{4} + h^2 \right)^{1/2}$$

7. Hallar la demanda de agua para el fondo (Qb)

La totalidad de agua necesaria es igual a la superficie del fondo por la densidad de aplicación necesaria.

$$Qb = Ab (d)$$

8. Determinar el agua necesaria para los accesorios (Qa)

Si se tienen accesorios o apéndices en el tanque, que aumenten la superficie básica a cubrir, debe estimarse el agua necesaria para proteger estas partes, con la misma densidad de aplicación.

$$Qa1 = Aa1 (d)$$

$$Qa = Qa1 + Qa2 + \dots$$

9. Determinar el área de diseño para los pies soporte (Al)

Las estructuras de hormigón a protegidas contra el fuego, generalmente no precisan protección. Un soporte metálico de poca longitud, 1 ft. (0,3 m), normalmente no precisa protección siempre que reciba agua de la que cae del equipo. Pies más largos precisan protección mediante agua pulverizada sobre la superficie indicada en la Figura 2.

10. Determinar el agua necesaria para cada pie (Ql)

Es la densidad de aplicación por la superficie.

$$Ql1 = Al1.(dl)$$

$$Ql2 = Al2.(dl)$$

11. Determinar la totalidad de agua necesaria (Qtot)

Es la suma de todas las cantidades anteriores

$$Qtot = Qt + Qs1 + Qs2 + \dots + Qb + Ql1 + Ql2 + \dots + Qa$$

12. Estimar la presión en las boquillas

En función de las condiciones del abastecimiento de agua y el sistema de tuberías, calcular la presión en las boquillas. En los tanques altos, la diferencia de presión estática entre las boquillas superiores y las inferiores puede ser significativa.

13. Seleccionar disposición de boquillas más adecuada

Se dispone de una amplia gama de boquillas en cuanto a su caudal y ángulos de pulverización. El objetivo es conseguir la adecuada cobertura con el menor número de boquillas y sin pérdida de agua pulverizada. Las pérdidas se producen en la parte cilíndrica de un tanque de pequeño diámetro, cuando se utilizan boquillas de gran ángulo de apertura. Para boquillas situadas a 2 ft. (0,6 m) de la superficie del tanque, estas pérdidas se producen para tanques de menor diámetro que los indicados:

Angulo de Boquilla	Diámetro mínimo del Tanque	
	ft.	m
30	1,4	0,43
60	4,0	1,20
90	10,0	3,00
120	26,0	8,00
140	62,0	19,40

Pueden utilizarse este tipo de boquillas en tanques de menor diámetro siempre que se sitúen más próximas a la superficie del tanque. No considerar las boquillas que son adecuadas únicamente para tanques grandes.

Dibujar el tanque a escala y situar las boquillas de acuerdo a lo siguiente:

a. Dirección de la boquilla

Las boquillas que protegen la parte cilíndrica el tanque deben orientarse directamente hacia su superficie. Las que protegen los fondos deben orientarse directamente hacia ellos excepto si se trata de superficies planas. En el caso de superficies planas verticales la boquilla debe orientarse hacia abajo con un ángulo de 10°. Las boquillas que protegen soportes, deben situarse en un punto en donde la protección del tanque no alcanza al soporte y deben orientarse hacia abajo a lo largo del mismo.

b. Distancia de la boquilla a la superficie

Salvo que los tanques estén situados en el interior en donde no influyen las condiciones de viento, las boquillas deben situarse como máximo a 2 ft. (0,6 m) de la superficie del tanque. Boquillas de menor ángulo o boquillas de ventana que protejan pies derechos deben situarse más próximas a la superficie y dirigiendo la pulverización hacia abajo.



DATOS DE DISEÑO

DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA

c. Situación de las boquillas del techo

Al diseñar la protección de la parte superior, debe encontrarse el equilibrio entre utilizar pocas boquillas de gran caudal o mayor cantidad de menor caudal. Debido al efecto de escurrimiento del agua y el movimiento tangencial del agua, no es necesario eliminar todos los puntos que teóricamente no se mojan, sin embargo deben tenerse los mínimos posible, como indicado anteriormente. En tanques de gran diámetro pueden utilizarse boquillas con ángulos en aumento desde el eje del tanque hacia los bordes de la cubierta. En el caso de cubiertas planas o cónicas, debe prestarse particular atención al borde de la cubierta porque puede no darse el fenómeno de mojadura por escurrimiento. El borde de la cubierta debe protegerse mediante un anillo de boquillas. En general el número de boquillas indicado en la Tabla A da lugar a la adecuada cobertura. Pueden utilizarse boquillas con diferentes ángulos de pulverización para conseguir la cobertura adecuada.

d. Situación de las boquillas en la parte lateral

Los anillos deben situarse de tal manera que el chorro de pulverización incida en la parte alta del límite de cada área de diseño. Puede ser aconsejable situar las boquillas al trespelillo entre los diferentes anillos. En general el número de boquillas indicado en la Tabla B da lugar a la adecuada cobertura.

e. Situación de las boquillas en la parte inferior

Si el tanque descansa directamente sobre el suelo, no se precisa de esta protección. Si el tanque se apoya sobre faldones que llegan hasta el suelo y cerrando casi la totalidad del fondo, un rociador de tipo convencional o del tipo colgante montado en posición montante con un caudal de 1 gpm/ft² (4,9 mm/min), sobre la superficie de diseño da una protección suficiente. Si el fondo está normalmente expuesto, debe protegerse de la misma forma que la cubierta. La diferencia es que no debe contarse con el escurrimiento por gravedad. Si el tanque contiene líquido, la capacidad de absorción de calor de la zona del fondo es considerablemente mayor que la de la cubierta. En general el número de boquillas indicado en la Tabla B da lugar a la cobertura adecuada.

f. Situación de boquillas para soportes

Los soportes o estructuras portantes de hormigón, o con recubrimientos resistentes al fuego, no precisan protección. Los soportes metálicos de poca longitud, 1 ft. (0,3 m), normalmente no precisan protección siempre que reciban agua de la que cae del equipo. Pies más largos necesitan protección mediante agua aplicada, por ejemplo, en la parte interior de la H del perfil metálico, o lo más uniformemente distribuida alrededor de columnas cilíndricas y a partir del punto en donde ya no es efectiva el agua que escurre de superficies más altas. Frecuentemente es adecuada una boquilla de ángulo pequeño o las de tipo de ventana. Puede aceptarse situar un rociador de tipo convencional o del tipo colgante montado en posición montante con un caudal de 1 gpm/ft² (4,9 mm/min), sobre la superficie de diseño, en el interior de una columna cilíndrica hueca.

g. Consideración del escurrimiento del agua

El escurrimiento se produce sobre la parte superior de la parte cubierta esférica del tanque. En la mitad inferior se producirá poco o nulo escurrimiento del agua. El tanque también puede tener accesorios o elementos que impidan que el agua al escurrir llegue a determinadas superficies que en condiciones normales si resultarían mojadas. Estas zonas requerirán boquillas específicas para ser mojadas. En tanques verticales, estas zonas consti-

tuyen áreas de diseño separadas y requieren boquillas específicas para su protección.

h. Dirección de la boquilla

Las boquillas que protegen las partes superior e inferior del tanque deben orientarse directamente hacia su superficie. Las que protegen la parte lateral, deben orientarse hacia abajo con un ángulo de 10°. Las boquillas que protegen soportes, deben orientarse hacia abajo a lo largo del mismo.

i. Pérdida de Agua

Si las boquillas están colocadas muy separadas de la superficie del tanque, o si el diámetro del mismo es muy pequeño, se producirá una pérdida de agua. El agua pulverizada en la boquilla no incidirá sobre el tanque y se perderá. Para evitar este efecto, las boquillas deben situarse más cerca de la superficie, o utilizar un menor ángulo de abertura para la pulverización.

14. Determinar el agua necesaria para cada boquilla (Q_{boq})

Para cada área de diseño, dividir el agua total por el número de boquillas que descargan en la misma

$$Q_{boq} = Q_{area} / \text{Num. de Boquillas}$$

15. Elegir la adecuada capacidad de las boquillas

Consultar las tablas de los Factores K, para elegir la boquilla que dará la descarga más próxima a la requerida, de acuerdo con la presión estimada.

16. Determinar la presión en la boquilla

De acuerdo con el Factor K, determinar la presión que se precisa para tener el caudal requerido para la boquilla seleccionada.

17. Ajustar el diseño

Calcular hidráulicamente el sistema para definir los diámetros que darán el caudal preciso. Para cada zona en particular considerada en el diseño, debe descargarse el agua requerida, La descarga debe ser lo más uniforme posible. Si la descarga total de agua está por debajo de lo calculado, deben añadirse más boquillas.

C. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA LA PROTECCIÓN DE TRANSFORMADORES

ATENCIÓN

Se ofrecen los siguientes procedimientos, como una guía general para los diseñadores de sistemas de agua pulverizada. Se indican de forma general los diferentes aspectos a considerar en el diseño de estos sistemas. Debido a las diferencias entre los equipos y las aplicaciones que se dan en la práctica, no se pueden dar indicaciones que satisfagan todas las exigencias. En consecuencia, debe confiarse en la experiencia de los proyectistas animándoles a que utilicen toda la información disponible de la propiedad, de las compañías de seguros y de las autoridades locales. Viking no garantiza que los procedimientos siguientes darán resultados adecuados para un proyecto en particular.

Los transformadores se presentan en varios tamaños y configuraciones. Antes de proceder al diseño del sistema es conveniente disponer de la siguiente información:

1. Largo.
2. Ancho.
3. Alto.
4. Altura y situación de los aisladores.
5. Altura y situación del pararrayos, si existe.
6. Tamaño y situación del tanque de expansión de aceite, si existe.





DATOS DE DISEÑO

DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA

7. Situación de cualquier cuadro de seccionadores o similar, o cualquier otro equipo que pueda afectar a la distribución de agua.
8. Tamaño del transformador, por ejemplo, alta o baja tensión.
9. Tipo de transformador, trifásico o monofásico.
10. Dirección de los cables o las barras de alta y baja tensión.
11. Situación del transformador, rodeado de cemento o de suelo de grava.
12. Distancia desde el fondo del transformador al suelo.
13. Situación de los radiadores y distancia entre ellos. Si es superior a 12" (0,3 m) deben protegerse.
14. Tamaño y situación de los muros cortafuego.
15. Estimar los efectos del viento, y el tamaño y situación de cualquier protección.

Si el transformador todavía no está físicamente instalado, es necesario disponer de un plano acotado del mismo, facilitado por el fabricante.

El plano debe estar a una escala grande, por ejemplo, 3/8" a 1'-0", o 1/2" a 1'-0" (1/30 o 1/25), y presentar 3 vistas: superior, alzado e inferior, si es preciso más de un anillo se puede necesitar otra vista.

Adicionalmente al plano del transformador, debe disponerse de un plano con detalles generales, como paredes cortafuegos entre transformadores, situación de la acometida de agua y su válvula, aisladores, y cualquier otro tipo de obstrucción que pueda interferir con las tuberías del sistema.

Los transformadores presentan una peculiar problemática en cuanto al diseño de este tipo de protección, debido básicamente a lo irregular de su forma y a la necesidad de mantener distancias de aislamiento de la alta tensión eléctrica. En general puede decirse que se dan más interferencias en la superficie de un transformador que en la de un tanque. Por esta razón se utiliza un mayor número de boquillas de menor caudal. Frecuentemente es preciso utilizar más agua de la teóricamente necesaria con el fin de tener una adecuada cobertura. Es útil disponer de un plano del transformador a escala grande y proyectar los patrones de descarga de las boquillas, para hacerse una idea del tipo de cobertura esperado.

La protección se realiza generalmente utilizando boquillas situadas en anillos rodeando al transformador, con el superior situado próximo a su tapa y los restantes situados cada 12 ft. (3,6 m) o debajo de cada obstrucción continua. Se utilizan boquillas para proteger también lo parte baja siempre que esté más de 12" (0,3 m) sobre el suelo. Si el suelo continuo, por ejemplo, de cemento o asfalto, deben situarse boquillas con el fin de barrer el posible combustible del transformador. Las boquillas deben pulverizar la cantidad adecuada de agua en la "zona de diseño".

Para definir las varias zonas de diseño de un transformador, considerar que se puede descomponer en figuras geométricas simples (cilindros, cubos, etc.). Realizar un esquema de con este criterio y si el fondo está más de 12" (0,3 m) por encima del suelo, es preciso tener una vista del mismo. Despreciar pequeñas obstáculos o compensarlos aumentando ligeramente el tamaño de la figura. Los radiadores deben considerarse como un solo volumen, salvo que la distancia entre ellos sea mayor de 12" (0,3 m). En este caso deben considerarse como elementos múltiples.

Densidad requerida = d

Densidad para el suelo = dg

1. **Determinar el área de diseño para tapa y laterales (Ats)**
Tomando el esquema simplificado, el áreas es la superficie exterior total expuesta, descontando el fondo.

2. **Determinar el agua necesaria para tapa y laterales (Qts)**
Es igual al área de diseño por la densidad. (Tabla A)
 $Qts = Ats (d)$

3. **Determinar el área de diseño del fondo (Ab)**
Es la superficie del fondo de un transformador elevado más de 12" (0,3 m) sobre el suelo.

4. **Determinar el agua necesaria para el fondo (Qb)**
Es igual al área de diseño por la densidad. (Tabla A)
 $Qb = Ab (d)$

5. **Determinar el área de diseño del suelo (si existe) (Ag)**
Es la superficie que se tiene del esquema simplificado del fondo del transformador, aumentada en 3 ft. (0,9 m) en todas las direcciones de la vista. Se precisa esta protección cuando el suelo no es de una superficie absorbente como cemento o asfalto. Suelos de grava, no requieren normalmente esta protección. Se precisa esta protección si el fondo del transformador está a más de 12" (0,3 m) del suelo.

6. **Determinar el agua necesaria para el fondo (Qg)**
Es igual al área de diseño por la densidad. (Tabla A)
 $Qg = Ag (d)$

7. **Determinar el agua total requerida (Qtot)**
Es la suma de las cantidades para las áreas consideradas
 $Qtot = Qts + Qb + Qg$

8. **Estimar la presión en la boquilla**

Una presión por debajo de 30 psi (2 bar), generalmente no produce una pulverización adecuada. Conociendo las condiciones de la acometida de agua y/o las supuestas de la bomba y las del sistema de tuberías, calcular la presión disponible en el transformador. Tener en cuenta que para unidades muy altas puede haber una significativa presión estática entre las boquillas superiores y las inferiores.

9. **Establecer la disposición de las boquillas**

Se dispone de una amplia gama de boquillas en cuanto a su capacidad y ángulos de pulverización. El objetivo es conseguir la adecuada cobertura con el menor número de boquillas y sin pérdida de agua pulverizada. Dibujar el transformador a escala y situar las boquilla de acuerdo con:

- a. **Distancias mínima de aislamiento**

Una de las consideraciones más importantes a tener en cuenta es la distancia de las tuberías a los componentes con tensión eléctrica, como cables no aislados, barras y los aisladores de alta y baja tensión. La distancia entre cualquier parte del sistema de agua pulverizada y cualquier elemento del transformador no aislado con tensión diferente a la de tierra, no debe ser inferior a la indicada en la tabla siguiente. Estas distancias son para altitudes hasta 3.300 ft. (1.000 m). Debe aumentarse un 1% por cada 300 ft. (100 m) de aumento de altitud.

Se dan variaciones en las distancias necesarias a altas tensiones como se señala en la tabla, en donde para una gama de tensiones se indican varios valores de prueba del Nivel de Aislamiento de Diseño Cresta (BIL). Hasta tensiones de 161 KV el nivel de aislamiento requerido y la distancia mínima correspondiente, fase a tierra, se han establecido en función de una larga experiencia. Para tensiones superiores, no se ha establecido, en la práctica, la relación entre el nivel de aislamiento de diseño y las tensiones del sistema y depende de varios factores, por lo que la distancia a tierra necesaria debe calcularse en función del nivel de aislamiento utilizado, y no en función de la tensión nominal de la línea o la tensión con relación a tierra. Confirmar con la autoridad competente.



DATOS DE DISEÑO

DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA

DISTANCIA MINIMA ENTRE EL EQUIPO DE AGUA PULVERIZADA Y COMPONENTES ELECTRICO NO AISLADOS BAJO TENSION

Tensión Nom. línea (KV)	Tensión Nom. tierra (KV)	BIL Diseño (KV)	Distancia mín. (in)	Distancia mín. (mm)
hasta 15	hasta 9	110	7	178
23	13	150	10	254
34.5	20	200	13	330
46	27	250	17	432
69	40	350	25	635
115	66	550	37	939
138	80	650	44	1117
161	93	750	52	1320
196-230	114-132	900	63	1600
		1050	76	1930
287-380	166-220	1175	87	2209
		1300	98	2489
		1425	109	2768
		1550	120	3048
500	290	1675	131	3327
		1800	142	3606
500-700	290-400	1925	153	3886
		2100	168	4267
		2300	184	4673

NOTA: Cuando no se dispone del nivel de aislamiento de diseño (BIL) y se utiliza en el diseño la tensión nominal, se utilizará la mayor de las distancias mínimas indicadas para el grupo correspondiente.

b. Distancias de la boquilla a la superficie

Salvo que el transformador esté situado en interior, donde no tiene ninguna incidencia la presencia de viento, la boquilla no debe situarse a más de 2 ft. (0,6 m) de la superficie vertical del transformador.

c. Cobertura de la Tapa del transformador

En general no pueden pasarse tuberías sobre la parte superior del transformador, por lo que la cobertura de las su tapa o parte superior se realiza por boquillas pulverizando desde fuera. Sin embargo es aceptable situar una línea entre el cuerpo del transformador y los radiadores. Las mínimas distancias de aislamiento deben de mantenerse. Generalmente se instalan boquillas de 30, 60, o 90 grados de abertura de pulverización en el anillo superior y situadas de 1 ft. a 2 ft. (0,3 a 0,6 m) por encima de la tapa y orientadas para que el agua incida de forma directa sobre la misma. El agua no debe dirigirse a los aisladores de alta tensión. Estas boquillas tienen un alcance horizontal efectivo de 6 ft. a 30 psi (1,8 m a 2 bar). Puede ser aconsejable situar boquillas en las esquinas, con el fin de conseguir una cobertura más completa.

d. Distancia horizontal entre boquillas

La distancia horizontal entre boquillas debe ser tal que sus patrones de descarga se crucen en el plano horizontal. Para boquillas situadas a 2 ft. (0,6 m) de la superficie, deben utilizarse las siguientes distancias horizontales:

Angulo:	30	Distancia:	13 in.	(0,33 m)
	60		28 in.	(0,77 m)
	90		48 in.	(1,22 m)

e. Dos sistemas de boquillas en el mismo anillo

Como normalmente se utilizarán boquillas de poco caudal, es posible utilizar boquillas en un mismo anillo situadas por encima y por de bajo de su plano, mediante una

vela o un tramo colgante. Los tramos de longitud superior a 2 ft. (0,6 m), generalmente precisan de soportación adicional.

f. Boquillas protegiendo el fondo

Si el fondo del transformador o de los radiadores está situado a más de 12 in. (0,3 m) del suelo, es necesario proteger las partes bajas del transformador. Esto se consigue generalmente con boquillas de gran abertura, orientadas hacia arriba.

g. Protección entre radiadores

Si la separación entre los radiadores es superior a 12 in. (0,3 m), debe protegerse este espacio con agua pulverizada. Debe elegirse un ángulo de pulverización de tal forma que el diámetro del cono sea igual o ligeramente mayor que la separación entre radiadores.

h. Consideración del escurrimiento del agua

El escurrimiento se produce sobre superficies verticales lisas. Los "salientes" que se tengan pueden evitar que el agua escurra sobre determinadas partes. Las superficies que queden afectadas requerirán una protección mediante boquillas específicas.

i. Distancia vertical entre boquillas

En el caso de superficies verticales sin obstrucciones la distancia vertical máxima entre boquillas será de 12 ft. (3,6 m). En la práctica no se tendrán superficies lisas en este tipo de equipos.

j. Orientación de las boquillas

Las boquillas protegiendo la tapa o parte superior del transformador deben orientarse ligeramente hacia abajo, de tal forma que el agua de todas las boquillas incida directamente sobre la tapa, o bien que algunas de ellas pulvericen sobre la parte lateral superior. Las que protegen los laterales y el fondo, deben orientarse directamente sobre la superficie a proteger. Las destinadas a cubrir zonas irregulares deben situarse para conseguir la mejor cobertura, normalmente orientadas hacia los rincones que se formen. Debe evitarse la pérdida de pulverización y las destinadas a proteger el espacio entre los radiadores deben orientarse directamente hacia el hueco entre ellos.

k. Pérdida de Agua

Si las boquillas están colocadas muy separadas de la superficie del transformador, o si su ángulo es muy grande, se producirá una pérdida de agua. El agua pulverizada en la boquilla no incidirá sobre el transformador y se perderá. Para evitar este efecto, las boquillas deben situarse más cerca de la superficie del transformador, o utilizar un menor ángulo de abertura para la pulverización. Respetar siempre las distancias mínimas de aislamiento con respecto a las partes con tensión eléctrica.

l. Protección del suelo

Si el transformador está instalador sobre un suelo con una superficie no absorbente como asfalto o cemento y a más de 12 in. (0,3 m) del mismo, deben situarse boquillas bajo el transformador, orientadas hacia abajo y hacia afuera, cubriendo una zona adicional de 3 ft. (0,9 m) alrededor del transformador. El objeto de esta protección es eliminar el posible líquido inflamable de la parte inferior del transformador (tener en cuenta la pendiente del suelo). Frecuentemente es posible alimentar las boquillas de protección del fondo y las de cobertura del suelo con la misma tubería. En algunos casos (pequeños transformadores) puede ser aceptable instalar un rociador abierto tipo colgante, en posición montante. No es precisa esta protección si el suelo tiene una superficie absorbente.



DATOS DE DISEÑO

DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA

m. Efecto del Viento

Frecuente debido a la configuración del transformador o a la necesidad de respetar las distancias de aislamiento, no será posible situar las boquillas cerca de las superficies a proteger. Si la instalación se realiza en un espacio abierto, debe considerarse el efecto del viento. La boquillas pequeñas que operan a altas presiones, producen gotas pequeñas que normalmente son susceptibles de ser arrastradas por el viento. Puede ser necesario aumentar la densidad de aplicación en caso de situaciones conflictivas.

10. Hallar la totalidad de agua suministrada a cada área de diseño, con la distribución de boquillas supuesta

Utilizando la presión supuesta en la boquilla y las de menor caudal, determinar el de cada una y el agua total pulverizada sobre cada área de diseño.

11. Ajustar el diseño

Comparar el agua pulverizada sobre cada zona, con la requerida. Aumentar el número de boquillas y la presión en la medida que sea necesario. (Tener en cuenta que debido a las irregularidades de los transformadores, se precisarán muchas boquillas para tener la cobertura adecuada. Adicionalmente al tener que respetar las distancias de aislamiento, algunas deben pulverizar a gran distancia. Por estas razones, no es posible reducir el número de boquillas y las presiones para conseguir el mínimo teórico. En la práctica puede ser posible reducir la presión requerida por debajo de 30 psi (2 bar); sin embargo esto no debe tomarse como punto de partida en la etapa de diseño).

III. TABLAS Y FORMULAS

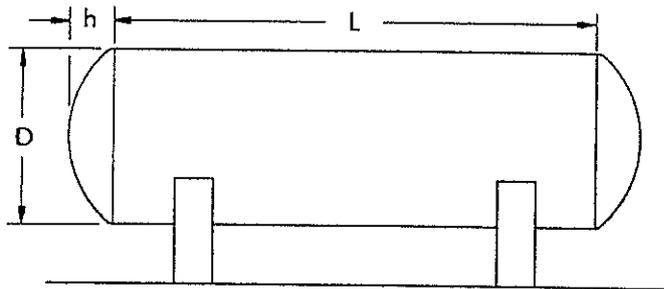
TABLA A. DENSIDADES NORMALMENTE ACEPTADAS

ATENCIÓN

Se ofrecen los siguientes procedimientos, como una guía general para los diseñadores de sistemas de agua pulverizada. Se indican de forma general los diferentes aspectos a considerar en el diseño de estos sistemas. Debido a las diferencias entre los equipos y las aplicaciones que se dan en la práctica, no se pueden dar indicaciones que satisfagan todas las exigencias. En consecuencia, debe confiarse en la experiencia de los proyectistas animándoles a que utilicen toda la información disponible de la propiedad, de las compañías de seguros y de las autoridades locales. Viking no garantiza que los procedimientos siguientes darán resultados adecuados para un proyecto en particular.

	GPM/ft. Sq.	mm/min.
Transformadores		
Tapa y Laterales	0,25	10,18
Bajos	0,25	10,18
Suelo	0,15	6,11
Tendidos de Tuberías		
Superficie de la tubería	0,10	4,07
Area máxima de proyección sobre el suelo	0,50	20,35
Pies soporte	0,10	4,07
Tanques		
Paredes del tanque	0,25	10,18
Soportes	0,25	10,18

Fig. 1a -- Areas de Diseño para Tanques Horizontales



Superficie cilíndrica – $A_s = \pi D L$

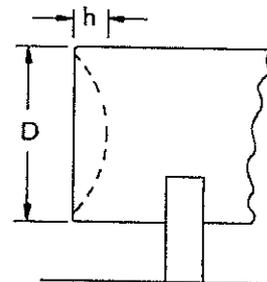
Superficie de los fondos: Plano – $A_e = \pi D^2 / 4$

Esférico, cóncavo o convexo – $A_e = \pi \left(\frac{D^2}{4} + h^2 \right)^{1/2}$

Hemisférico – $A_e = \pi D^2 / 2$

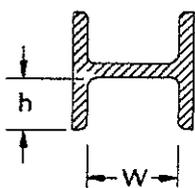
Superficie total – $A_t = A_s + A_{e1} + A_{e2}$

Fig. 1b –



Fondo cóncavo

Fig. 2a = Superficie de un pie soporte



Area de diseño – $AL = (w + h) \cdot longitud$

Fig. 2b = Perfil en doble T o U

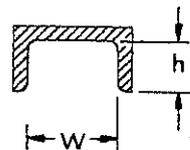
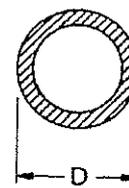


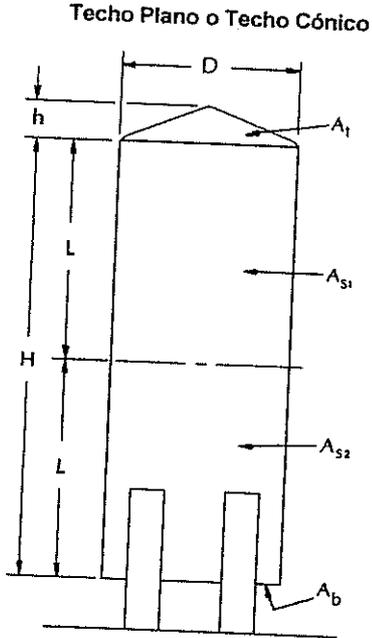
Fig. 2c = Redondo



Area de diseño – $AL = \pi D L$

VIKING® **DATOS DE DISEÑO** **DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA**

Fig. 3a – Areas de Diseño para Tanques Verticales



$$L = H / N$$

N = Debe ser un número entero
L no debe ser superior a 12 ft. (3,7 m)

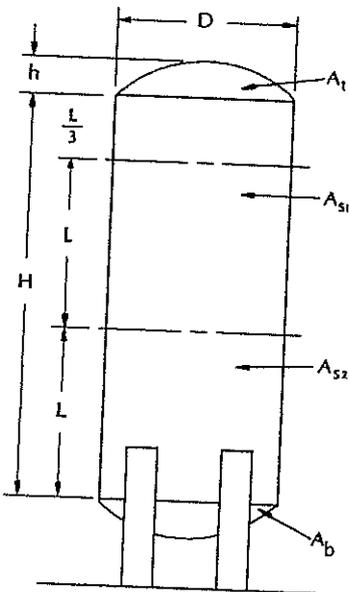
Superficies de Diseño de Techo y Fondo:

Plano – $A_{tf} = A_{bf} = \pi D^2 / 4$

Cónico – $A_{tc} = A_{bc} = \pi \frac{D}{2} \left(\frac{D^2}{4} + h^2 \right)^{1/2}$

Zonas cilíndricas – $A_{s1}, A_{s2}, \dots = \pi D L$

Fig. 3b – Techo Esférico



$$L = H / (N + 1/3)$$

N = Debe ser un número entero
L no debe ser superior a 12 ft. (3,7 m)

Superficies de Diseño de parte Superior:

$$A_t = \pi \left(\frac{D^2}{4} + h^2 + \frac{D L}{3} \right)$$

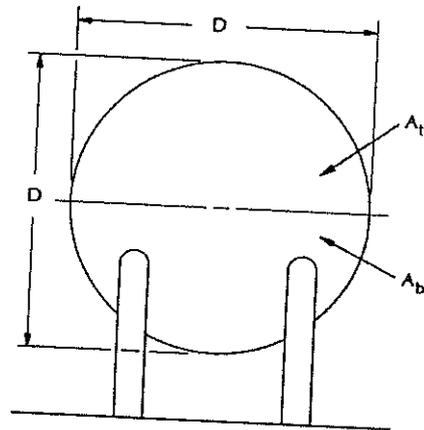
Zonas cilíndricas – $A_{s1}, A_{s2}, \dots = \pi D L$

Superficie de Diseño de parte Inferior:

$$A_b = \pi \left(\frac{D^2}{4} + h^2 \right)$$

Fig. 3c - Superficies esféricas

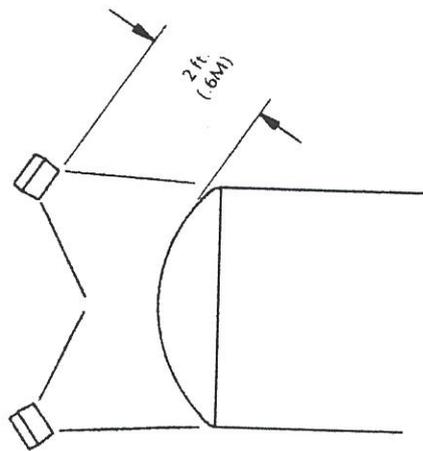
Superior e inferior – $A_t = A_b = \pi D^2 / 2$



VIKING®**DATOS DE DISEÑO****DISEÑO DE SISTEMAS
DE AGUA PULVERIZADA**

TABLA B
Protección mediante Agua Pulverizada
Tanques Verticales: Techo y Fondo
Tanques Horizontales: Fondos

Diámetros máximos aceptados normalmente para tener una cobertura efectiva mediante boquillas pulverizadoras separadas uniformemente y situadas a 2 ft. (0,6 m) de la superficie de fondos de tanques horizontales o verticales, planos, cóncavos o convexos



Num. de Boq. usadas	DIAMETRO MAXIMO DEL TANQUE EN FUNCION DEL ANGULO DE PULVERIZACION DE LA BOQUILLA									
	30°		60°		90°		120°		140°	
	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M
1	1.4	,43	3.0	,86	5.0	1,52	8.5	2,6	11	3,4
2	1.8	,52	4.0	1,22	6.5	2,0	9.5	2,9	12.5	3,8
3	2.4	,74	5.0	1,52	10.5	3,2	11.0	3,3	14.0	4,2
4	3.0	,86	6.0	1,84	12.0	3,6	18.0	5,5	22.5	6,8
5	4.0	1,22	8.5	2,6	15.0	4,6	25.0	7,6	32.0	9,7
6	4.7	1,43	9.7	2,9	17.5	5,4	29.0	8,8	43.0	13,1
7	6.4	1,95	11.0	3,3	20.0	6,1	34.0	10,4	48.0	14,8
8	7.1	2,2	14.0	4,3	23.0	7,0	43.0	13,1	53.0	16,1
9	7.9	2,4	15.5	4,7	27.5	8,4	47.0	14,2	59.0	17,8
10	8.5	2,6	17.0	5,2	30.0	9,2	51.0	15,5	64.0	19,4
11	9.2	2,8	18.0	5,5	32.0	9,7	55.0	16,6	68.0	21,5
12	9.8	3,0	19.0	5,8	34.0	10,4	58.0	17,5	73.0	22,2



CIB-ESPOL

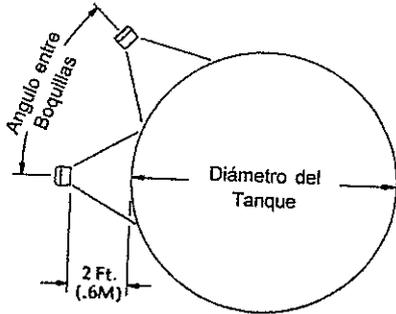


DATOS DE DISEÑO

DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA

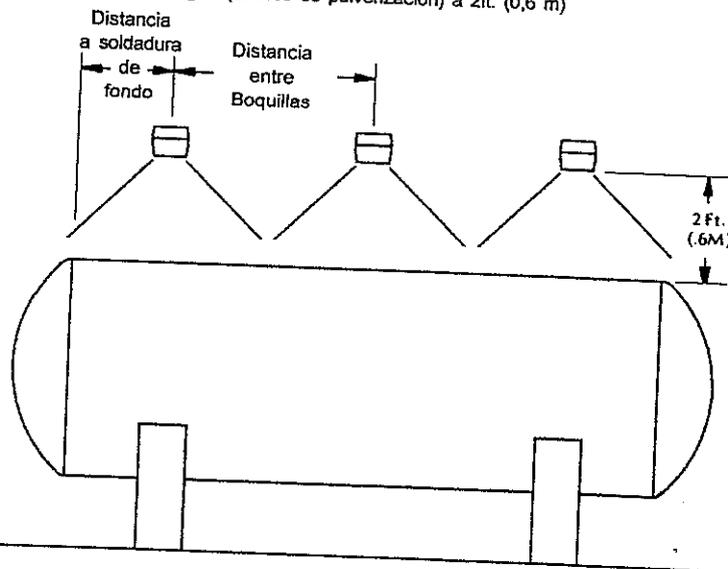
TABLA C
Protección mediante Agua Pulverizada
Partes cilíndricas de Tanques Verticales y Horizontales

Diámetros máximos aceptados normalmente para tener una cobertura efectiva mediante boquillas pulverizadoras separadas uniformemente y situadas a 2 ft. (0,6 m) de la superficie cilíndrica de Tanques Horizontales y Verticales



Número de Boq.	Angulo entre Boquillas °	DIAMETRO MAXIMO DEL TANQUE EN FUNCION DEL ANGULO DE PULVERIZACION DE LA BOQUILLA									
		30°		60°		90°		120°		140°	
		Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M
1	—	.8*	.24	1.5*	.46	2 *	.61	*	*	*	*
2	180	1.5*	.46	3 *	.92	5 *	1,5	*	*	*	*
3	120	2.3	.70	4.6	1,4	8 *	2,4	*	*	*	*
4	90	2.8	.85	5.6	1,7	10.5	3,2	17*	5,2	*	*
5	72	3.4	1,0	6.8	2,1	12.5	3,8	20*	6,1	*	*
6	60	4.0	1,2	8.0	2,4	14.8	4,5	24*	7,3	*	*
7	53.5	4.5	1,4	9.2	2,8	16.7	5,1	26.7	8,1	*	*
8	45	5.2	1,6	10.4	3,2	19.5	5,9	30.8	9,3	*	*
9	40	5.8	1,8	11.7	3,6	21.9	6,6	35.1	10,6	*	*
10	36	6.5	2,0	12.9	3,9	24.5	7,4	38.8	11,7	*	*
11	37.7	7.1	2,2	14.2	4,3	27.7	8,2	42.6	12,9	*	*
12	30	7.7	2,4	15.5	4,7	29	8,9	45.0	13,6	58.0*	17,6

* Pérdida de Agua (exceso de pulverización) a 2ft. (0,6 m)



SITUACION DE ANILLOS DE BOQUILLAS TANQUES HORIZONTALES

Angulo de Boq.	Distancia máxima al cordón de soldadura del Fondo		Distancia máxima entre Boquillas	
	Ft.	M	Ft.	M
30	1	.3	2	.6
60	2	.6	4	1,2
90	3.5	1,1	7	2,1
120	6	1,8	12	3,7
140	7.5	2,3	15	4,6

VIKING®**DATOS TECNICOS****BOQUILLAS DE PULVERIZACION MODELO M****1. PRODUCTO**

Boquillas Viking Modelo "M"
Boquillas pulverizadoras de 60°, 90°, 120° y 150°.
Orificio: 1/4", 5/16", 3/8", 7/16" y 1/2".

2. FABRICANTE

The Viking Corporation
210 N. Industrial Park Road
Hastings, Michigan 49058 U.S.A.
Teléfono: (616) 945-9501
(800) 968-9501

Fax: (616) 945-9599

Desde fuera de U.S.A.

Teléfono: +1(616) 945-9501

Fax: +1(616) 945-9599

3. DESCRIPCION

Las Boquillas de Agua Pulverizada Viking Modelo M son boquillas de pequeño tamaño, direccionales y de ampolla, para su utilización en sistemas de Protección contra Incendios mediante Agua Pulverizada. Se pueden pedir como boquillas abiertas (sin ampolla y sin cierre) para su uso en los Sistemas de Diluvio.

Las Boquillas Pulverizadoras Modelo M están disponibles en diversos acabados, temperaturas, diámetros de orificios y formas de descarga, para adaptarse a los requisitos de diseño. La pulverización se realiza en forma cónica. El deflector determina el ángulo de descarga y un anillo especial garantiza un uniforme patrón de descarga.

Otra característica importante es el pequeño tamaño del cuerpo que permite la adecuada situación de las boquillas incluso en áreas muy congestionadas. La ampolla de 5 mm queda totalmente protegida de posibles daños mecánicos, por el cuerpo de la boquilla. Las ampollas de vidrio son más resistentes a las atmósferas corrosivas que los elementos metálicos. También el recubrimiento especial de Teflon® ofrece protección frente a ambientes corrosivos.

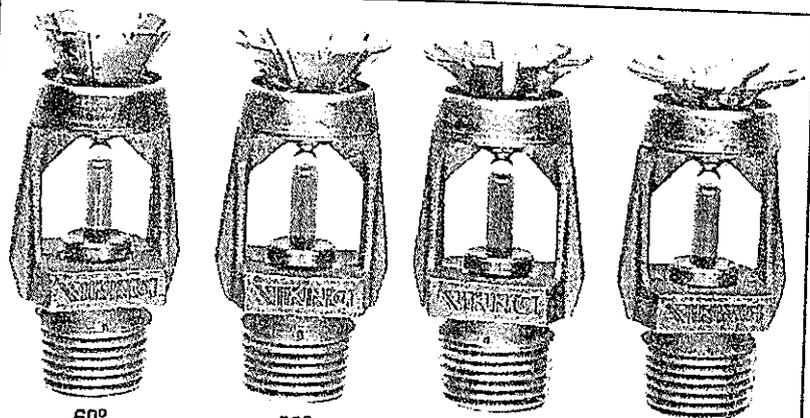
En caso de incendio, el líquido de la ampolla se dilata y provoca la rotura de la ampolla liberando el cierre y permitiendo la salida de agua. El flujo de agua a través del orificio impacta en el deflector que genera la pulverización, de acuerdo a un patrón de descarga determinado, sobre la superficie protegida.

4. DATOS TECNICOS

Ver en la Tabla de la página 31D, la lista de las aprobaciones.

Ver en páginas 31e-i las formas de la descarga

Temperatura mínima del líquido de la ampolla: -55°C (-65°F)



60°

90°

120°

150°

Se indican los deflectores en posición montante, por claridad de la ilustración. Las Boquillas Modelo M, pueden montarse en cualquier posición según diseño.

Boquillas Pulverizadoras Viking Modelo "M"

Clasificación de Temperatura de la Boquilla	Temperatura Nominal del Rociador (Punto de actuación)	Temperatura en el Techo		Color de la Ampolla ³
		Máx. Temperatura Ambiente permitida ¹	Máx. Temperatura Amb. recomendada ²	
Ordinaria	57 °C (135 °F)	46 °C (115 °F)	38 °C (100 °F)	Naranja
Ordinaria	68 °C (155 °F)	57 °C (135 °F)	38 °C (100 °F)	Rojo
Intermedia	79 °C (175 °F)	68 °C (155 °F)	65 °C (150 °F)	Amarillo
Intermedia	93 °C (200 °F)	82 °C (180 °F)	65 °C (150 °F)	Verde
Alta	141 °C (286 °F)	130 °C (266 °F)	107 °C (225 °F)	Azul

Terminaciones: Bronce, Negro Teflon®, Recubrimientos resistentes a la corrosión⁴; Negro Teflon®

Notas

¹ Basada en "National Fire Prevention and Control Administration Contract N° 7-34860"

² Basada en NFPA-13. Pueden ser de aplicación otros límites dependiendo de la carga de fuego, situación de los rociadores y otros requisitos de la autoridad competente. Tomar como referencia los estándares de instalación específicos.

³ La Temperatura, el Factor K y el ángulo de pulverización están marcados en el deflector del rociador.

⁴ Los recubrimientos resistentes a la corrosión han superado las pruebas establecidas por las normas de los organismos de aprobación y control indicados. Estas pruebas no comprenden todos los ambientes corrosivos posibles. Antes de instalar las unidades, comprobar con el usuario que los recubrimientos son compatibles o adecuados para los ambientes de que se trate.

Notar que el resorte queda expuesto al ambiente en los rociadores recubiertos de Teflon®.

Presión nominal de trabajo:

1207 kPa (175 psi)

Presión de prueba en fábrica:

3448 kPa (500 psi)

Tamaño de Rosca: 15 mm (1/2" NPT)

Resorte: Patente U.S.A. N° 4.167.974

Ampolla: Patente U.S.A. N° 4.796.710

Acabados:

Bronce y Teflon® Negro.

Tamaños de Orificio Nominal:

1/4", 5/16", 3/8", 7/16" y 1/2".

Materiales:

Cuerpo: Aleación de Bronce

UNS-C84400

Deflector: Cobre UNS-C19500

Anillo: Cobre UNS-C19500

Ampolla: Cristal, 5 mm de diámetro nominal

Junta: Teflon®

Resorte: Aleación de Níquel

Tomillo: Bronce UNS-C36000

Casquillo (Boquillas de orificio pequeño): Bronce UNS-C36000

Cierre: Bronce UNS-C31600, recubierto de Teflon®

Información de pedido

Especificar si deben ser ABIERTAS o AUTOMATICAS

Accesorios:

Llave de montaje estándar
P/N 05000CM

Llave para Boquilla Modelo M con recubrimiento: P/N 07398W
(La misma que para el rociador Modelo M)

5. SUMINISTRO Y SERVICIO

Puede disponerse de los rociadores Viking a través de la red nacional e internacional de Distribuidores. Ver los directorios especializados o solicitar la lista de Viking Corporation.

6. GARANTIA

Ver detalles sobre la garantía en la Lista de Precios en vigor o ponerse en contacto con Viking.



DATOS TECNICOS

BOQUILLAS DE PULVERIZACION MODELO M

7. INSTALACION

ATENCIÓN: Las boquillas Viking están fabricadas y probadas para satisfacer las rígidas exigencias de los organismos de aprobación. Las boquillas están diseñadas para su utilización de acuerdo las prescripciones de reconocidas normas o códigos de instalación. Toda desviación de estas prescripciones o cualquier alteración de las boquillas suministradas incluyendo (aunque no limitada a), pintado, recubrimiento o modificación, puede hacerlas inoperantes y anulará automáticamente las Aprobaciones y la Garantía de Viking Corporation. La Lista de Aprobaciones (página 31d) indica las aprobaciones y listados de las Boquillas Pulverizadoras Modelo M, para su utilización en Sistemas de Agua Pulverizada y de Diluvio. Se indican las aprobaciones y Listados vigentes en el momento de la edición de esta hoja técnica. Otras aprobaciones están en proceso. Comprobar con el fabricante aprobaciones o listados adicionales.

- A. Los rociadores deben instalarse de acuerdo con la última edición de los Códigos o Reglas Técnicas de la National Fire Protection Association, Factory Mutual, Loss Prevention Council, Assemblee Pleniere, Verband der Sachversicherer u organizaciones similares; y satisfaciendo en cualquier caso las exigencias y prescripciones oficiales, ordenanzas y reglamentaciones que sean de aplicación. La utilización de las boquillas pulverizadoras Modelo M puede quedar limitada por el tipo de riesgo. Tener en cuenta las indicaciones de la Autoridad Competente, antes de proceder a su instalación.
- B. Manipular con cuidado las boquillas Modelo M. Deben almacenarse en su embalaje original y en un lugar seco y a temperatura ambiente. No montar una boquilla que se haya golpeado, o expuesto a temperaturas ambiente superiores por encima a la máxima permitida. No instalar nunca una boquilla cuya ampolla esté rota o que presente señales de pérdida de líquido. (Estas boquillas deben destruirse de forma inmediata).
- C. Deben instalarse boquillas resistentes a la corrosión cuando puedan quedar expuestas a atmósferas corrosivas. Tener la precaución de no dañar su recubrimiento.

Utilizar la llave de montaje específicamente diseñada para el montaje de las boquillas con recubrimiento resistente a la corrosión (otro tipo de llave puede dañar la unidad).

- D. Las boquillas Modelo M deben instalarse sobre las tuberías ya montadas, con el fin de evitar daños mecánicos. Seguir las indicaciones de los párrafos E, F y G al instalar las boquillas cerradas.

1. **Al instalar las boquillas Modelo M abiertas**, debe hacerse una prueba hidrostática del sistema antes de montar las boquillas. Colocar tapones en lugar de las boquillas para facilitar la prueba hidráulica. En aquellas áreas en las que debe evitarse la fuga de agua durante la prueba, puede realizarse previamente una prueba neumática del sistema de tuberías. Tomar como referencia las Normas o Reglas Técnicas de Instalación y prescripciones de la Autoridad Competente.

Quando se ha realizado la prueba hidrostática, comprobar que se han quitado todos los tapones. Pasar a los párrafos E y G siguientes, no tener en cuenta el párrafo F.

- E. **Boquillas Modelo M Cerradas (Automáticas) y Abiertas:** Antes de instalarlas, asegurarse de que es correcto el modelo, tipo, diámetro de orificio y temperatura. Las boquillas Modelo M están identificadas en su deflector con el Factor K (U.S.), ángulo de pulverización y temperatura nominal. No situar rociadores cerca de elementos que pueden generar calor. No instalarlos en zonas donde queden expuestos a temperaturas superiores a las del ambiente recomendado para cada temperatura de actuación.

1. Aplicar sobre la rosca de la boquilla una pequeña cantidad de pasta o cinta de sellado, teniendo cuidado que no se obstruya el orificio de entrada de agua.
2. Para instalar la boquilla en la tubería utilizar únicamente la llave de montaje especial, teniendo cuidado apretarla en exceso y no dañar las partes de la boquilla (cualquier otro tipo de llave puede dañar la

unidad). NO UTILIZAR el deflector para comenzar a roscaarla en su accesorio.

- F. **Instalaciones con Boquillas Modelo M Cerradas (Automáticas):** Después de la instalación, debe probarse la totalidad del sistema de acuerdo con las normas de instalación que sean aplicables. La prueba debe hacerse una vez instaladas las boquillas, para asegurar que no han sufrido daños durante el transporte y su instalación y están perfectamente roscados. Si se producen fugas por la unión rosca-da, debe desmontarse la unidad y volverla a montar después de aplicar de nuevo pasta o cinta de sellado.

En aquellas áreas en las que debe evitarse la fuga de agua durante la prueba, puede realizarse previamente una prueba neumática del sistema de tuberías. Tomar como referencia Normas o Reglas Técnicas de Instalación y prescripciones de la Autoridad Competente.

- G. **Boquillas Modelo M Cerradas (Automáticas) y Abiertas:** Deben protegerse de daños mecánicos. Cuando se utilizan boquillas abiertas, debe prestarse especial cuidado para que no se introduzcan materias extrañas en su orificio. Materias extrañas pueden acumularse en el orificio restringiendo el paso de agua o llegando a obturarlo. Se puede impedir la correcta operación de la boquilla de agua pulverizada. En el caso de sistemas de tubería mojada el sistema de tuberías no debe quedar sujeto al riesgo de heladas. Cuando se instalen en sistemas de tubería seca, tomar como referencia las Normas o Reglas Técnicas de Instalación y las prescripciones de la Autoridad Competente.

8. MANTENIMIENTO

NOTA: Es responsabilidad de la propiedad de la instalación el mantenimiento en perfecto estado de operación, de los sistemas y dispositivos de protección contra incendios. Considerar como referencia sobre los requisitos mínimos de revisión y mantenimiento de los sistemas de rociadores, las publicaciones de la National Fire Protection Association. Adicionalmente deben seguirse las prescripciones adicionales que la autoridad competente pueda establecer con respecto al mantenimiento, pruebas y revisiones.



VIKING®**DATOS TECNICOS****BOQUILLAS DE
PULVERIZACION
MODELO M**

- A. Las boquillas deben inspeccionarse periódica y regularmente para detectar señas de corrosión, daños mecánicos, obstrucciones, pintura, etc. Cuando se hayan instalado boquillas abiertas, comprobar que su orificio no tiene depositadas materias extrañas (polvo, suciedad, etc.) que puedan obstruir el paso del agua. La frecuencia de las inspecciones puede variar en función de lo agresivo que sea el ambiente, del abastecimiento de agua, y la actividad desarrollada en la zona protegida.
- B. Las boquillas que hayan sido pintadas o dañadas mecánicamente, deben ser sustituidas inmediatamente. Los rociadores que presenten signos de corrosión deben probarse y/o sustituirse rápidamente según proceda. Al sustituir boquillas de pulverización utilizar únicamente unidades nuevas.
1. Utilizando la llave especial de rociadores, desmontar las boquillas a sustituir y montar las nuevas. Debe asegurarse la sustitución con el adecuado modelo, tipo, diámetro de orificio, temperatura y característica de respuesta. **Los deflectores de las Boquillas Modelo M, están marcados con el ángulo de descarga, el factor K (U.S.) y la temperatura nominal.** Debe disponerse en un armario específico de un stock de boquillas de repuesto, de cada uno de los modelos utilizados en la instalación, y de una llave de montaje.
- C. La forma de la descarga de agua de la boquilla es crítica para la adecuada protección contra incendios, en consecuencia no debe colgarse o sujetarse nada de la boquilla que pueda obstruir la descarga.
- Toda obstrucción debe eliminarse de inmediato o si fuera necesario deberían instalarse boquillas adicionales.
- D. Los sistemas que han actuado en la extinción o control de un incendio, deben ponerse nuevamente en servicio lo más rápidamente posible. Debe inspeccionarse la instalación para identificar daños mecánicos, procediendo a efectuar reparaciones o a sustituir componentes, según proceda. Deben sustituirse las boquillas que han sido expuestas a productos de combustión corrosivos o a altas temperaturas. Tener en cuenta las prescripciones de la Autoridad Competente.

VIKING®**DATOS TECNICOS****BOQUILLAS DE
PULVERIZACION
MODELO M****BOQUILLAS PULVERIZADORAS VIKING MODELO "M"
ABIERTAS O AUTOMATICAS**Ver temperaturas
aprobadas **Clave** Ver acabados
aprobados
A 1

Diámetro de Rosca		Diám. Nominal de Orificio		Boquilla Pulverizadora		Factor K Nominal		Longitud Total		Aprobaciones ¹					
N.P.T.	B.S.P.	Pulg.	mm	Angulo	P/N Base ²	U.S.	Métrico ³	Pulg.	mm	UL	ULC	FM	NYC ⁴	VDS	LPC (FOC)
Orificio 1/2" (15 mm) ⁵															
1/2"	15 mm	1/2	15	80°	08501-Indicar ABIERTA o AUTOMATICA	5,5	7,9	2-11/16	68,3	A1, B1	A1, B1	---	---	---	---
1/2"	15 mm	1/2	15	90°	08502-Indicar ABIERTA o AUTOMATICA	5,5	7,9	2-9/16	65,1	A1, B1	A1, B1	---	---	---	---
1/2"	15 mm	1/2	15	120°	08503-Indicar ABIERTA o AUTOMATICA	5,5	7,9	2-17/32	64,3	A1, B1	A1, B1	---	---	---	---
1/2"	15 mm	1/2	15	150°	08504-Indicar ABIERTA o AUTOMATICA	5,5	7,9	2-1/2	63,5	A1, B1	A1, B1	---	---	---	---
Orificio 7/16" ⁶															
1/2"	15 mm	7/16	---	80°	08595-Indicar ABIERTA o AUTOMATICA	4,2	6,0	2-11/16	68,3	A1, B1	A1, B1	---	---	---	---
1/2"	15 mm	7/16	---	90°	08599-Indicar ABIERTA o AUTOMATICA	4,2	6,0	2-9/16	65,1	A1, B1	A1, B1	---	---	---	---
1/2"	15 mm	7/16	---	120°	08603-Indicar ABIERTA o AUTOMATICA	4,2	6,0	2-17/32	64,3	A1, B1	A1, B1	---	---	---	---
1/2"	15 mm	7/16	---	150°	08607-Indicar ABIERTA o AUTOMATICA	4,2	6,0	2-1/2	63,5	A1, B1	A1, B1	---	---	---	---
Orificio 3/8" ⁶															
1/2"	15 mm	3/8	10	60°	08596-Indicar ABIERTA o AUTOMATICA	2,8	4,0	2-11/16	68,3	A1, B1	A1, B1	---	---	---	---
1/2"	15 mm	3/8	10	90°	08600-Indicar ABIERTA o AUTOMATICA	2,8	4,0	2-9/16	65,1	A1, B1	A1, B1	---	---	---	---
1/2"	15 mm	3/8	10	120°	08604-Indicar ABIERTA o AUTOMATICA	2,8	4,0	2-17/32	64,3	A1, B1	A1, B1	---	---	---	---
1/2"	15 mm	3/8	10	150°	08608-Indicar ABIERTA o AUTOMATICA	2,8	4,0	2-1/2	63,5	A1, B1	A1, B1	---	---	---	---
Orificio 5/16" ⁶															
1/2"	15 mm	5/16	---	60°	08597-Indicar ABIERTA o AUTOMATICA	1,9	2,7	2-11/16	68,3	A1, B1	A1, B1	---	---	---	---
1/2"	15 mm	5/16	---	90°	08601-Indicar ABIERTA o AUTOMATICA	1,9	2,7	2-9/16	65,1	A1, B1	A1, B1	---	---	---	---
1/2"	15 mm	5/16	---	120°	08605-Indicar ABIERTA o AUTOMATICA	1,9	2,7	2-17/32	64,3	A1, B1	A1, B1	---	---	---	---
1/2"	15 mm	5/16	---	150°	08609-Indicar ABIERTA o AUTOMATICA	1,9	2,7	2-1/2	63,5	A1, B1	A1, B1	---	---	---	---
Orificio 7/16" ⁶															
1/2"	15 mm	1/4	---	80°	08598-Indicar ABIERTA o AUTOMATICA	1,4	2,0	2-11/16	68,3	A1, B1	A1, B1	---	---	---	---
1/2"	15 mm	1/4	---	90°	08602-Indicar ABIERTA o AUTOMATICA	1,4	2,0	2-9/16	65,1	A1, B1	A1, B1	---	---	---	---
1/2"	15 mm	1/4	---	120°	08606-Indicar ABIERTA o AUTOMATICA	1,4	2,0	2-17/32	64,3	A1, B1	A1, B1	---	---	---	---
1/2"	15 mm	1/4	---	150°	08610-Indicar ABIERTA o AUTOMATICA	1,4	2,0	2-1/2	63,5	A1, B1	A1, B1	---	---	---	---

TEMPERATURAS APROBADAS

- A. 57°C (135°F), 68°C (155°F), 79°C (175°F), 93°C (200°F), 141°C (286°F).
- B. Obiertas (Quitados ampolla y cierre)

ACABADOS APROBADOS

1. Bronce y Teflon® Negro para su utilización en Sistemas de Diluvio y de Agua Pulverizada.

NOTAS

- ¹ Esta Tabla indica los listados y aprobaciones en el momento de su edición. Están en trámite nuevas aprobaciones. Comprobar con el suministrador otras aprobaciones adicionales a las indicadas.
- ² Indicada la Referencia Base. Al pedirías, indicar ABIERTA o AUTOMATICA. Ver en la Lista de Precios la referencia completa.
- ³ El factor K en unidades métricas debe utilizarse cuando la presión se expresa en kPa. Cuando la presión se expresa en Bar, multiplicar por 10.0 las cifras indicadas.
- ⁴ Está pendiente la aprobación por el "New York City Board of Standards and Appeals".
- ⁵ El Deflector de la boquilla tiene marcado el Factor-K, el ángulo del cono de pulverización y la temperatura nominal.
- ⁶ El Deflector de la boquilla tiene marcado el Factor-K, el ángulo del cono de pulverización y la temperatura nominal. El orificio de la boquilla está encasquillado.

Viking Sprinkler S.A.

Mar Cantábrico, 10
Pol. Ind. San Fernando I
28.830-MADRID
(España)

Tel.: (91) 677 83 52
Fax: (91) 677 84 98

*Este documento es una traducción.
No queda garantizada su integridad
y precisión. El documento original en
inglés F_011594 debe considerarse
como referencia.*

Sustituye a las páginas Boquilla Spray 31a-d de fecha 21 de Abril, 1994
(Añadido Listado UL)

011594-E-150797

APÉNDICE G

TABLAS PARA DISEÑO DE

SOLDADURA

5. Limitations

Plug or slot welds may be used to transmit shear in lap joints or to prevent buckling of lapped parts and to join complementary parts of built-up members.

The diameter of the holes for a plug weld shall be not less than the thickness of the part containing it plus 5/16 in., rounded to the next larger odd 1/16 in., nor greater than 2 1/2 times the thickness of the weld metal.

The minimum e-to-e spacing of plug welds shall be four times the diameter of the hole.

The length of slot for a slot weld shall not exceed 10 times the thickness of the web. The width of the slot shall be not less than the thickness of the part containing it plus 5/16 in., rounded to the next larger odd 1/16 in., nor shall it be larger than 2 1/2 times the thickness of the web. The ends of the slot shall be semicircular or shall have the corners rounded to a radius not less than the thickness of the part containing it, except where ends which extend to the edge of the part.

The minimum spacing of lines of slot welds in a direction transverse to their length shall be 4 times the width of the slot. The minimum e-to-e spacing in a longitudinal direction in any line shall be 3 times the length of the slot.

The thickness of plate on slot welds in moment-resisting frames in a longitudinal direction shall be at least 5/16 in. The thickness of the material shall not be less than 5/16 in. The thickness of the material immediately over 5/16 in. in thickness; the thickness of the web shall be at least 5/16 in. The thickness of the material shall not be less than 5/16 in.

4. Dashed Strength

The design strength of welds shall be the lower value of $d_e F_u$ and $d_e F_w$, when applicable, where F_u and F_w are the nominal strengths of the base material and the weld electrode material, respectively. The values of d_e , F_u , and F_w and limitations thereon are given in Table J2.3.

5. Combination of Welds

If two or more of the general types of welds (groove, fillet, plug, slot) are combined in a single joint, the design strength of each shall be separately computed with reference to the axis of the group in order to determine the design strength of the combination.

6. Matching Steel

The choice of electrode for use with complete penetration groove welds subject to tension normal to the effective area indicated by the requirements for matching steels given in the AWS Structural Welding Code—Steel D1.1.

73. BOLTS, TENSION PARTS, AND NUTS

1. High-strength bolts

Except as otherwise provided in this Specification, use of high-strength bolts shall conform to the provisions of the Specification for Structural Joints Using ASTM A325 or A490 Bolts—FRS, as approved by the Research Council on Structural Connections.

If required to be tightened to more than 50% of their minimum specified tensile strength, ASTM A490 bolts in tension and bearing-type shear connections shall have an ASTM F436 hardened washer installed under the nut head, and the nuts shall meet

TABLE J2.3
Design Strength of Welds

Type of Weld and Stress*	Material	Factor of Safety	Required Strength F_u or F_w	Required Weld Strength (lb/in.)
Complete Penetration Groove Welds				
Force normal to effective area	Base	0.90	F_u	Matching weld metal may be used.
Force parallel to axis of member	Base	0.90	F_u	Weld metal with a strength level equal to or less than "matching" weld metal may be used.
Force normal to effective area	Weld electrode	0.75	$0.60 F_w$	
Force parallel to axis of member	Weld electrode	0.75	$0.60 F_w$	
Fillet Welds				
Force normal to effective area	Base	0.90	F_u	Weld metal with a strength level equal to or less than "matching" weld metal may be used.
Force normal to effective area	Weld electrode	0.90	$0.60 F_w$	
Plug or Slot Welds				
Force normal to effective area	Base	0.75	$0.60 F_u$	Weld metal with a strength level equal to or less than "matching" weld metal may be used.
Force normal to effective area	Weld electrode	0.75	$0.60 F_w$	

*See definition of effective area, Spec. Sect. J2.3.

*The "matching" weld metal, see Table 4.1.1, AWS D1.1.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Weld metal may be used in tension if the "matching" weld metal is used in tension.

Table 3.3 (see 3.7.3)
Filler Metal Requirements for Exposed Bare Applications of Weathering Steels

Process	AWS Filler Metal Specification	Approved Electrodes ¹
SMAW	A5.5	All electrodes that deposit weld metal meeting a B2L, C1, C1L, C2, C2L, C3 or WX analysis per A5.5.
SAW ²	A5.23	All electrode-flux combinations that deposit weld metal with a Ni1, Ni2, Ni3, Ni4 or WX analysis per A5.23.
FCAW	A5.29	All electrodes that deposit weld metal with a B2L, K2, Ni1, Ni2, Ni3, Ni4, or WX analysis per A5.29.
GMAW ³	A5.28	All electrodes that meet filler metal composition requirements of B2L, G ¹ , Ni1, Ni2, Ni3, analysis per A5.28.

General Notes:

- Filler metals shall meet requirements of Table 3.1 in addition to the compositional requirements listed above. The use of the same type of filler metal having next higher tensile strength as listed in AWS filler metal specification may be used.
- Composite (metal cored) electrodes are designated as follows:
 SAW: Insert letter "C" between the letters "E" and "X," e.g., E7AX-ECXXX-Ni1.
 GMAW: Replace the letter "S" with the letter "C," and omit the letter "R," e.g., E80C-Ni1.
- This table shall apply to ASTM A 588 and A 709 Grade 50W.

Note:

1. Deposited weld metal shall have a chemical composition the same as that for any one of the weld metals in this table.

Table 3.4
Minimum Prequalified PJP Weld Size (E)
 (see 3.12.2.1)

Base Metal Thickness (T) ¹	Minimum Weld Size ²	
	in. [mm]	in. mm
1/8 [3] to 3/16 [5] incl.	1/16	2
Over 3/16 [5] to 1/4 [6] incl.	1/8	3
Over 1/4 [6] to 1/2 [12] incl.	3/16	5
Over 1/2 [12] to 3/4 [20] incl.	1/4	6
Over 3/4 [20] to 1-1/2 [38] incl.	5/16	8
Over 1-1/2 [38] to 2-1/4 [57] incl.	3/8	10
Over 2-1/4 [57] to 6 [150] incl.	1/2	12
Over 6 [150]	5/8	16

Notes:

1. For non-low hydrogen processes without preheat calculated in conformance with 3.5.2, T equals the thickness of the thicker part joined; single pass welds shall be used. For low-hydrogen processes and non-low hydrogen processes established to prevent cracking in conformance with 3.5.2, T equals thickness of the thinner part; single pass requirement does not apply.
2. Except that the weld size need not exceed the thickness of the thinner part joined.

Table 3.5
Joint Detail Applications for Prequalified CJP T-, Y-, and K-Tubular Connections
 (see 3.13.4 and Figure 3.7)

Detail	Applicable Range of Local Dihedral Angle, Ψ
A	130° to 135°
B	150° to 50°
C	75° to 30°
D	40° to 15°

} Not prequalified for groove angles under 30°

General Notes:

- The applicable joint detail (A, B, C, or D) for a particular part of the connection shall be determined by the local dihedral angle, Ψ, which changes continuously in progressing around the branch member.
- The angle and dimensional ranges given in Detail A, B, C, or D include maximum allowable tolerances.
- See Annex B for definition of local dihedral angle.

SECTION 3. PREQUALIFICATION OF WPSs

Table 3.6
Prequalified Joint Dimensions and Groove Angles for CJP Groove Welds in Tubular T-, Y-, and K-Connections Made by SMAW, GMAW-S, and FCAW (see 3.13.4)

		Detail A $\Psi = 180^\circ - 135^\circ$		Detail B $\Psi = 150^\circ - 50^\circ$		Detail C $\Psi = 75^\circ - 30^\circ$ ²		Detail D $\Psi = 40^\circ - 15^\circ$ ²	
End preparation (ω)	max			90° ¹		(Note 1)			
	min			10° or 45° for $\Psi > 105^\circ$		10°			
Fit-up or root opening (R)	max	FCAW-S SMAW ⁴	GMAW-S FCAW-G ⁵	FCAW-S SMAW ⁴	GMAW-S FCAW-G ⁵	(Note 3) W max. ϕ			
	min	1/16 in. [2 mm] No min for $\phi > 90^\circ$	1/16 in. [2 mm] No min for $\phi > 120^\circ$	1/4 in. [6 mm]	1/4 in. [6 mm] 5/16 in. [8 mm] for $\phi \leq 45^\circ$	FCAW-S SMAW (1)	{ 1/8 in. [3 mm] 3/16 in. [5 mm]	{ 25°-40° 15°-25°	
Joint included angle ϕ	max	90°		60° for $\Psi \leq 105^\circ$		40°; if more use Detail B			
	min	45°		37-1/2°; if less use Detail C		1/2 Ψ			
Completed weld	t_w	$\geq t_b$		$\geq t_b$ for $\Psi > 90^\circ$ $\geq t_b/\sin \Psi$ for $\Psi < 90^\circ$		$\geq t_b/\sin \Psi$ but need not exceed 1.75 t_b		$\geq 2t_b$	
	L	$\geq t_b/\sin \Psi$ but need not exceed 1.75 t_b				Weld may be built up to meet this			

- General Notes:
- For GMAW-S see 4.12.4.3. These details are not intended for GMAW (spray transfer).
 - See Figure 3.8 for minimum standard profile (limited thickness).
 - See Figure 3.9 for alternate toe-fillet profile.
 - See Figure 3.10 for improved profile (see 2.20.6.6 and 2.20.6.7).

Notes:

1. Otherwise as needed to obtain required ϕ .
2. Not prequalified for groove angles (ϕ) under 30°.
3. Initial passes of back-up weld discounted until width of groove (W) is sufficient to assure sound welding; the necessary width of weld groove (\bar{W}) provided by back-up weld.
4. These root details apply to SMAW and FCAW-S.
5. These root details apply to GMAW-S and FCAW-G.

Table 2.5 Allowable Stresses in Tubular Connection Welds (see 2.20.3)

Type of Weld	Tubular Application	Kind of Stress	Allowable Stress Design (ASD)	Load and Resistance Factor Design (LRFD)		Required Filler Metal Strength Level
				Resistance Factor ϕ	Nominal Strength	
CJP Groove Weld	Circumferential butt joints (girth seams)	Tension or compression parallel to axis of the weld ²	Same as for base metal ³	0.9	0.6 F _y	Filler metal with strength equal to or less than matching filler metal may be used
				0.9	0.6 F _y	
		Beam or torsional shear	Base metal 0.40 F _y Filler metal 0.3 F _{Exx}	0.9	0.6 F _y	
				0.8	0.6 F _{Exx}	
Compression normal to the effective area ²	Same as for base metal	0.9	0.6 F _y	Matching filler metal shall be used		
		0.8	0.6 F _{Exx}			
Shear on effective area	Tension normal to the effective area	Tension, compression or shear on base metal adjoining weld conforming to detail of Figures 3.6 and 3.8-3.10 (tubular weld made from outside only without backing)	Same as for base metal or as limited by connection geometry (see 2.24 provisions for ASD)	0.9	F _y	Matching filler metal shall be used
Tension or compression parallel to axis of the weld	Same as for base metal	0.9	F _y	Filler metal with a strength level equal to or less than matching filler metal may be used		
		0.75	0.6 F _{Exx}			
Fillet Weld	Longitudinal joints of built-up tubular members	Shear on effective area	0.30 F _{Exx} ⁵	0.75	0.6 F _{Exx}	Filler metal with a strength level equal to or less than matching filler metal may be used ⁴
				0.75	0.6 F _{Exx}	
Fillet Weld	Joints in structural T-, Y-, or K-connections in circular lap joints and joints of attachments to tubes	Shear on effective throat regardless of direction of loading (see 2.23 and 2.24.1.3)	0.30 F _{Exx} or as limited by connection geometry (see 2.24)	0.75	0.6 F _{Exx}	Filler metal with a strength level equal to or less than matching filler metal may be used ⁴
				0.75	0.6 F _{Exx}	

(continued)

Table 2.5 (Continued)

Type of Weld	Tubular Application	Kind of Stress	Allowable Stress Design (ASD)		Load and Resistance Factor Design (LRFD)		Required Filler Metal Strength Level ¹					
			Allowable Stress	Resistance Factor ϕ	Nominal Strength							
Plug and Slot Welds	Shear parallel to faying surfaces (on effective area)	Tension or compression parallel to axis of the weld ²	Base metal 0.40 F _y Filler metal 0.3 F _{EXX}	Not Applicable	0.9	F _y	Filler metal with a strength level equal to or less than matching filler metal may be used					
								Same as for base metal ³	0.9	F _y	Filler metal with a strength level equal to or less than matching filler metal may be used	
PJP Groove Weld	Circumferential and longitudinal joints that transfer loads	Tension or compression normal to the effective area	Joint not designed to bear	0.50 F _{EXX} , except that stress on adjoining base metal shall not exceed 0.60 F _y	0.9	F _y	Filler metal with a strength level equal to or less than matching filler metal may be used					
								Shear on effective area	Same as for base metal	0.75	0.6 F _{EXX}	Filler metal with a strength level equal to or less than matching filler metal may be used
											Tension on effective area	
Structural T, Y, or K-connection in ordinary structures	Load transfer across the weld as stress on the effective throat (see 2.23 and 2.24.1.3)	0.30 F _{EXX} or as limited by connection geometry (see 2.24), except that stress on an adjoining base metal shall not exceed 0.50 F _y for tension and compression, nor 0.40 F _y for shear	0.9	0.6 F _{EXX}	0.75	F _y	Matching filler metal shall be used					
								0.30 F _{EXX} or as limited by connection geometry (see 2.24), except that stress on an adjoining base metal shall not exceed 0.50 F _y for tension and compression, nor 0.40 F _y for shear	0.9	F _y		

- Notes:
1. For matching filler metal see Table 3.1.
 2. Beam or torsional shear up to 0.30 minimum specified tensile strength of filler metal is allowed, except that shear on adjoining base metal shall not exceed 0.40 F_y (LRFD; see shear).
 3. Groove and fillet welds parallel to the longitudinal axis of tension or compression members, except in connection areas, shall not be considered as transferring stress and hence may take the same stress as that in the base metal, regardless of electrode (filler metal) classification. Where the provisions of 2.24.1 are applied, seams in the main member within the connection area shall be CJP groove welds with matching filler metal, as defined in Table 3.1.
 4. See 2.24.1.3.
 5. Alternatively, see 2.5.4.2 and 2.5.4.3.

Table 3.1 (Continued)

Group	Steel Specification Requirements				Filler Metal Requirements					
	Steel Specification	Minimum Yield Point/Strength	Tensile Range	Process	AWS Electrode Specification	Electrode Classification				
		ksi	MPa				ksi	MPa		
II	API 2W	Grade 60	60-90	414-621	75 min	517 min	SMAW A5.5 ³	E8015-X, E8016-X, E8018-X		
	API 2Y	Grade 60	60-90	414-621	75 min	517 min				
	ASTM A 572	Grade 60	60	415	75 min	515 min			SAW A5.23 ³	F8XX-EXXX-XX, F8XX-ECXXX-XX
	ASTM A 537	Grade 65	65	450	80 min	550 min				
	ASTM A 633	Class 2	46-60	315-415	80-100	550-690			GMAW A5.28 ³	ER80S-XXX, E80C-XXX
	ASTM A 710	Grade E ²	55-60	380-415	75-100	515-690				
III	ASTM A 710	Grade A, Class 2 ≤ 2 in. [50 mm]	60-65	415-450	72 min	495 min	FCAW A5.29 ³	E8XTX-X, E8XTX-XM		
	ASTM A 710	Grade A, Class 3 > 2 in. [50 mm]	60-65	415-450	70 min	485 min				
	ASTM A 913 ¹	Grade 60	60	415	75 min	520 min				
	ASTM A 913 ¹	Grade 65	65	450	80 min	550 min				
IV	ASTM A 709	Grade 70W	70	485	90-110	620-760	SMAW A5.5 ³	E9015-X, E9016-X, E9018-X, E9018-M		
	ASTM A 852		70	485	90-110	620-760				
							SAW A5.23 ³	F9XX-EXXX-XX, F9XX-ECXXX-XX		
							GMAW A5.28 ³	ER90S-XXX, E90C-XXX		
							FCAW A5.29 ³	E9XTX-X, E9XTX-XM		

General Notes:
 • In joints involving base metals of different groups, either of the following filler metals may be used: (1) that which matches the higher strength base metal, or (2) that which matches the lower strength base metal and produces a low-hydrogen deposit. Preheating shall be in conformance with the requirements applicable to the higher strength group.

- Match API standard 2B (fabricated tubes) according to steel used.
 - When welds are to be stress-relieved, the deposited weld metal shall not exceed 0.05 percent vanadium.
 - See Tables 2.3 and 2.5 for allowable stress requirements for matching filler metal.
 - Filler metal properties have been moved to nonmandatory Annex O.
 - AWS A5M (SI Units) electrodes of the same classification may be used in lieu of the AWS A5 (U.S. Customary Units) electrode classification.
 - Any of the electrode classifications for a particular Group (located on the right) may be used to weld any of the base metals in that Group (located on the left).
- Notes:
 1. The heat input limitations of 5.7 shall not apply to ASTM A 913 Grade 60 or 65.
 2. Special welding materials and VWS (e.g., E80XX-X low-alloy electrodes) may be required to match the notch toughness of base metal (for applications involving impact loading or low temperature), or for atmospheric corrosion and weathering characteristics (see 3.7.3).
 3. Filler metals of alloy group B3, B3L, B4, B4L, B5, B5L, B6, B6L, B7, B7L, B8, B8L, B9, or any BXXII grade in AWS A5.5, A5.23, A5.28, or A5.29 are not prequalified for use in the as-welded condition.

Table 3.1
 Prequalified Base Metal—Filler Metal Combinations for Matching Strength (see 3.3)

C o u n t y	Steel Specification Requirements				Filler Metal Requirements					
	Steel Specification	Minimum Yield Point/Strength		Tensile Range		Process	AWS Electrode Specification	Electrode Classification		
		ksi	MPa	ksi	MPa					
I	ASTM A 36 ($\leq 3/4$ in. [20 mm])	36	250	58-80	400-550	SMAW	A5.1	E60XX, E70XX		
	ASTM A 53 Grade B	35	240	60 min	415 min					
	ASTM A 106 Grade B	35	240	60 min	415 min					
	ASTM A 131 Grades A, B, CS, D, DS, E	34	235	58-71	400-490	SAW	A5.17	F6XX-EXXX, F6XX-ECXXX, F7XX-EXXX, F7XX-ECXXX		
	ASTM A 139 Grade B	35	241	60 min	414 min					
	ASTM A 381 Grade Y35	33	228	45 min	310 min					
	ASTM A 500 Grade A	42	290	58 min	400 min	GMAW	A5.23 ¹	F7XX-EXXX-XX, F7XX-ECXXX-XX		
	ASTM A 501 Grade B	36	250	58 min	400 min					
	ASTM A 516 Grade 55	30	205	55-75	380-515					
	ASTM A 524 Grade 60	32	220	60-80	415-550	GMAW	A5.18	ER70S-X, E70C-XC, E70C-XM (Electrodes with the -CS suffix shall be excluded)		
	ASTM A 524 Grade I	35	240	60-85	415-586					
	ASTM A 524 Grade II	30	205	55-80	380-550					
	I	* ASTM A 570	Grade 30	30	205	49 min	340 min	FCAW	A5.20	ER70S-XXX, E70C-XXX E6XT-X, E6XT-XM, E7XT-X, E7XT-XM (Electrodes with the -2, -2M, -3, -10, -13, -14, and -CS suffix shall be excluded and electrodes with the -11 suffix shall be excluded for thicknesses greater than 1/2 in. [12 mm])
			Grade 33	33	230	52 min	360 min			
			Grade 36	36	250	53 min	365 min			
Grade 40			40	275	55 min	380 min				
Grade 45			45	310	60 min	415 min				
Grade 45			35	240	65-77	450-530				
Grade 65			32	220	58-71	400-490				
Grade 58			36	250	58-80	400-550				
Grade 36 ($\leq 3/4$ in. [20 mm])			36	250	58-80	400-550				
Grade B			35	240	60	415				
Grade X42			42	290	60	415				
Grades A, B, D, CS, DS			58-71	400-490	58-71	400-490				
Grade E ²			58-71	400-490	58-71	400-490				
ABS										

*ASTM A 529 (min yield 12 ksi) has been deleted.

(continued)

column in Figure 3.4. Fit up tolerance of Figure 3.4 may be applied to the dimension shown on the detail drawing.

3.13.2 J- and U-Groove Preparation. J- and U-grooves and the other side of partially welded double-V and double-bevel grooves may be prepared before or after assembly. After backgouging, the other side of partially welded double-V or double-bevel joints should resemble a prequalified U- or J-joint configuration at the joint root.

3.13.3 Tubular Butt Joints. For tubular groove welds to be given prequalified status, the following conditions shall apply:

(1) Prequalified WPSs. Where welding from both sides or welding from one side with backing is possible, any WPS and groove detail that is appropriately prequalified in conformance with Section 3 may be used, except that SAW is only prequalified for diameters greater than or equal to 24 in. [600 mm]. Welded joint details shall be in conformance with Section 3.

(2) Nonprequalified Joint Detail. There are no prequalified joint details for CJP groove welds in butt joints made from one side without backing (see 4.12.2).

3.13.4 Tubular T-, Y-, and K-Connections. Details for CJP groove welds welded from one side without backing in tubular T-, Y-, and K-connections used in circular tubes are described in this section. The applicable circumferential range of Details A, B, C, and D are described in Figures 3.6 and 3.7, and the ranges of local dihedral angles, $[\Psi]$, corresponding to these are described in Table 3.5.

Joint dimensions including groove angles are described in Table 3.6 and Figure 3.8. When selecting a profile (compatible with fatigue category used in design) as a function of thickness, the guidelines of 2.20.6.7 shall be observed. Alternative weld profiles that may be required for thicker sections are described in Figure 3.9. In the absence of special fatigue requirements, these profiles shall be applicable to branch thicknesses exceeding 5/8 in. [16 mm].

Improved weld profiles meeting the requirements of 2.36.6.6 and 2.36.6.7 are described in Figure 3.10. In the absence of special fatigue requirements, these profiles shall be applicable to branch thicknesses exceeding 1-1/2 in. [38 mm] (not required for static compression loading).

Prequalified details for CJP groove welds in tubular T-, Y-, and K-connections, utilizing box sections, are further described in Figure 3.6. The foregoing details are subject to the limitation of 3.13.3.

Note: See the Commentary for engineering guidance in the selection of a suitable profile.

The joint dimensions and groove angles shall not vary from the ranges detailed in Table 3.6 and shown in Figure 3.6 and Figures 3.8 through 3.10. The root face of joints shall be zero unless dimensioned otherwise. It may be detailed to exceed zero or the specified dimension by not more than 1/16 in. [2 mm]. It may not be detailed less than the specified dimensions.

3.13.4.1 Joint Details. Details for CJP groove welds in tubular T-, Y-, and K-connections are described in 3.13.4. These details are prequalified for SMAW and FCAW. These details may also be used for GMAW-S qualified in conformance with 4.12.4.3.

3.14 Postweld Heat Treatment

Postweld heat treatment (PWHT) shall be prequalified provided that it shall be approved by the Engineer and the following conditions shall be met.

(1) The specified minimum yield strength of the base metal shall not exceed 50 ksi [345 MPa].

(2) The base metal shall not be manufactured by quenching and tempering (Q&T), quenching and self-tempering (Q&ST), thermo-mechanical controlled processing (TMCP) or where cold working is used to achieve higher mechanical properties (e.g., certain grades of ASTM A 500 tubing).

(3) There shall be no requirements for notch toughness testing of the base metal, HAZ, or weld metal.

(4) There shall be data available demonstrating that the weld metal shall have adequate strength and ductility in the PWHT condition (e.g., as can be found in the relevant AWS A5.X filler metal specification and classification or from the filler metal manufacturer).

(5) PWHT shall be conducted in conformance with 5.8.

quenching → tempering
tempering → tempering

APÉNDICE H
TABLAS PARA DISEÑO DE
TUBERÍAS



CIB-ESPOL

STEEL PIPE: FRICTION LOSS (IN FEET OF HEAD) PER 100 FT.

GPM	GPH	¾"	½"	¼"	1"	1¼"	1½"	2"	2½"	3"	4"	5"	6"	8"	10"
		ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.							
1	60	4.30	1.86	.26											
2	120	15.00	4.78	1.21	.38										
3	180	31.80	10.00	2.50	.77										
4	240	54.90	17.10	4.21	1.30	.34									
5	300	83.50	25.80	6.32	1.93	.51	.24								
6	360		36.50	8.87	2.68	.70	.33	.10							
7	420		48.70	11.80	3.56	.93	.44	.13							
8	480		62.70	15.00	4.54	1.18	.56	.17							
9	540			18.80	5.65	1.46	.69	.21							
10	600			23.00	6.86	1.77	.83	.25	.11	.04					
12	720			32.60	9.62	2.48	1.16	.34	.15	.05					
15	900			49.70	14.70	3.74	1.75	.52	.22	.08					
20	1,200			86.10	25.10	6.34	2.94	.87	.36	.13					
25	1,500				38.60	9.65	4.48	1.30	.54	.19					
30	1,800				54.60	13.60	6.26	1.82	.75	.26					
35	2,100				73.40	18.20	8.37	2.42	1.00	.35					
40	2,400				95.00	23.50	10.79	3.10	1.28	.44					
45	2,700					30.70	13.45	3.85	1.60	.55					
70	4,200					68.80	31.30	8.86	3.63	1.22	.35				
100	6,000						62.20	17.40	7.11	2.39	.63				
150	9,000							38.00	15.40	5.14	1.32				
200	12,000							66.30	26.70	8.90	2.27	.736	.30	.08	
250	15,000							90.70	42.80	14.10	3.60	1.20	.49	.13	
300	18,000								58.50	19.20	4.89	1.58	.64	.16	.0542
350	21,000								79.20	26.90	6.72	2.18	.88	.23	.0719
400	24,000								103.00	33.90	8.47	2.72	1.09	.279	.0917
450	27,000								130.00	42.75	10.65	3.47	1.36	.348	.114
500	30,000								160.00	52.50	13.00	4.16	1.66	.424	.138
550	33,000								193.00	63.20	15.70	4.98	1.99	.507	.164
600	36,000								230.00	74.80	18.60	5.88	2.34	.597	.192
650	39,000									87.50	21.70	6.87	2.73	.694	.224
700	42,000									101.00	25.00	7.93	3.13	.797	.256
750	45,000									116.00	28.60	9.05	3.57	.907	.291
800	48,000									131.00	32.40	10.22	4.03	1.02	.328
850	51,000									148.00	36.50	11.50	4.53	1.147	.368
900	54,000									165.00	40.80	12.90	5.05	1.27	.410
950	57,000									184.00	45.30	14.30	5.60	1.41	.455
1000	60,000									204.00	50.20	15.80	6.17	1.56	.500

EQUIVALENT NUMBER OF FEET STRAIGHT PIPE FOR DIFFERENT FITTINGS

Size of fittings, Inches	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"
90° Ell	1.5	2.0	2.7	3.5	4.3	5.5	6.5	8.0	10.0	14.0	15	20	25
45° Ell	0.8	1.0	1.3	1.7	2.0	2.5	3.0	3.8	5.0	6.3	7.1	9.4	12
Long Sweep Ell	1.0	1.4	1.7	2.3	2.7	3.5	4.2	5.2	7.0	9.0	11.0	14.0	
Close Return Bend	3.6	5.0	6.0	8.3	10.0	13.0	15.0	18.0	24.0	31.0	37.0	39.0	
Tee-Straight Run	1	2	2	3	3	4	5						
Tee-Side Inlet or Outlet or Pitless Adapter	3.3	4.5	5.7	7.6	9.0	12.0	14.0	17.0	22.0	27.0	31.0	40.0	
Ball or Globe Valve Open	17.0	22.0	27.0	36.0	43.0	55.0	67.0	82.0	110.0	140.0	160.0	220.0	
Angle Valve Open	8.4	12.0	15.0	18.0	22.0	28.0	33.0	42.0	58.0	70.0	83.0	110.0	
Gate Valve-Fully Open	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.7	2.3	2.9	3.5	4.5	
Check Valve (Swing)	4	5	7	9	11	13	16	20	26	33	39	52	65
In Line Check Valve (Spring) or Foot Valve	4	6	8	12	14	19	23	32	43	58			

Example:

(A) 100 ft. of 2" plastic pipe with one (1) 90° elbow and one (1) swing check valve.

90° elbow – equivalent to 5.5 ft. of straight pipe

Swing check – equivalent to 13.0 ft. of straight pipe

100 ft. of pipe – equivalent to 100 ft. of straight pipe

118.5 ft. = Total equivalent pipe

Figure friction loss for 118.5 ft. of pipe.

(B) Assume flow to be 80 GPM through 2" plastic pipe.

1. Friction loss table shows 11.43 ft. loss per 100 ft. of pipe.

2. In step (A) above we have determined total ft. of pipe to be 118.5 ft.

3. Convert 118.5 ft. to percentage $118.5 \div 100 = 1.185$

4. Multiply
 11.43
 $\times 1.185$

13.54455 or 13.5 ft. = Total friction loss in this system.

APÉNDICE I
TABLAS PARA DISEÑO DE DUCTOS

FANS AND BUILDING AIR DISTRIBUTION

Table 12-7 RECOMMENDED AND MAXIMUM DUCT VELOCITIES FOR LOW VELOCITY SYSTEMS*

Designation	Recommended Velocities, fpm (m/s)		
	Residences	Schools, Theaters, Public Buildings	Industrial Buildings
Outdoor air intakes ^a	500 (2.54)	500 (2.54)	500 (2.54)
Filters ^a	250 (1.27)	300 (1.52)	350 (1.78)
Heating coils ^a	450 (2.29)	500 (2.54)	600 (3.05)
Cooling coils ^a	450 (2.29)	500 (2.54)	600 (3.05)
Air washers ^a	500 (2.54)	500 (2.54)	500 (2.54)
Fan outlets	1000-1600 (5.08-8.13)	1300-2000 (6.60-10.16)	1600-2400 (8.13-12.19)
Main ducts	700-900 (3.56-4.57)	1000-1300 (5.08-6.60)	1200-1800 (6.1-9.14)
Branch ducts	600 (3.05)	600-900 (3.05-4.57)	800-1000 (4.06-5.08)
Branch risers	500 (2.54)	600-700 (3.05-3.56)	800 (4.06)
	Maximum Velocities, fpm (m/s)		
Outdoor air intakes ^a	800 (4.06)	900 (4.57)	1200 (6.10)
Filters ^a	300 (1.52)	350 (1.78)	350 (1.78)
Heating coils ^a	500 (2.54)	600 (3.05)	700 (3.56)
Cooling coils ^a	450 (2.29)	500 (2.54)	600 (3.05)
Air washers ^a	500 (2.54)	500 (2.54)	500 (2.54)
Fan outlets	1700 (8.64)	1500-2200 (7.62-11.18)	1700-2800 (8.64-14.22)
Main ducts	800-1200 (4.06-6.10)	1100-1600 (5.59-8.13)	1300-2200 (6.60-11.18)
Branch ducts	700-1000 (3.56-5.08)	800-1300 (4.06-6.60)	1000-1800 (5.08-9.14)
Branch risers	650-800 (3.30-4.06)	800-1200 (4.06-6.10)	1000-1600 (5.08-8.13)

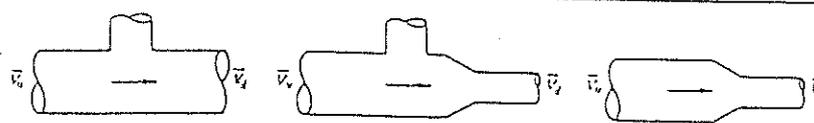
* Reprinted by permission from *ASHRAE Handbook of Fundamentals*, 1972.^a These velocities are for total face area, not the net free area; other velocities in table are for net free area.

Table 12-8 RECOMMENDED MAXIMUM DUCT VELOCITIES FOR HIGH VELOCITY SYSTEMS*

cfm (m ³ /min) Carried by the Duct	Maximum Velocities fpm (m/s)
60,000 to 40,000 (1,700 to 1,133)	6000 (30.5)
40,000 to 25,000 (1,133 to 708)	5000 (25.4)
25,000 to 15,000 (708 to 425)	4500 (22.9)
15,000 to 10,000 (425 to 283)	4000 (20.3)
10,000 to 6,000 (283 to 170)	3500 (17.8)
6,000 to 3,000 (170 to 85)	3000 (15.2)
3,000 to 1,000 (85 to 28)	2500 (12.7)

* Reprinted by permission from ASHRAE Handbook of Fundamentals, 1972.

Table 12-6 LOSS IN TOTAL PRESSURE FOR TRANSITION FITTINGS in. of water (in. × 25.4 = mm, and in. of water × 249 = Pa)



Upstream Velocity \bar{V}_u	Downstream Velocity \bar{V}_d , fpm							
	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
600	0.001	0.003	0.004					
800	0.003	0.002	0.008	0.010	0.010			
1000	0.004	0.003	0.003	0.005	0.010	0.010		
1200	0.007	0.006	0.005	0.005	0.010	0.010	0.011	0.012
1400	0.010	0.010	0.008	0.008	0.006	0.010	0.011	0.013
1600	0.017	0.015	0.014	0.010	0.008	0.012	0.011	0.013
1800	0.022	0.020	0.018	0.012	0.011	0.012	0.012	0.013
2000	0.027	0.020	0.019	0.018	0.017	0.017	0.015	0.010

Upstream Velocity \bar{V}_u	Downstream Velocity \bar{V}_d , fpm						
	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
2000	0.010	0.020	0.030				
2500	0.030	0.020	0.030	0.040			
3000	0.040	0.030	0.030	0.040	0.050		
3500	0.060	0.050	0.040	0.040	0.050	0.060	0.070
4000	0.090	0.090	0.080	0.060	0.050	0.060	0.070
4500	0.120	0.110	0.100	0.090	0.070	0.060	0.070
5000	0.140	0.140	0.130	0.100	0.100	0.080	0.070

FIGURE 8-9
 Table of Velocity Pressures

VP	V										
0.01	400	0.43	2626	0.85	3690	1.27	4513	1.69	5206	2.11	5817
0.02	566	0.44	2656	0.86	3709	1.28	4531	1.70	5222	2.12	5831
0.03	694	0.45	2687	0.87	3729	1.29	4549	1.71	5237	2.13	5845
0.04	801	0.46	2716	0.88	3758	1.30	4566	1.72	5253	2.14	5859
0.05	896	0.47	2746	0.89	3779	1.31	4583	1.73	5268	2.15	5872
0.06	981	0.48	2775	0.90	3800	1.32	4601	1.74	5283	2.16	5886
0.07	1060	0.49	2804	0.91	3821	1.33	4619	1.75	5298	2.17	5899
0.08	1133	0.50	2832	0.92	3842	1.34	4636	1.76	5313	2.18	5913
0.09	1201	0.51	2860	0.93	3863	1.35	4653	1.77	5328	2.19	5927
0.10	1266	0.52	2888	0.94	3884	1.36	4671	1.78	5343	2.20	5940
0.11	1328	0.53	2916	0.95	3904	1.37	4688	1.79	5359	2.21	5954
0.12	1387	0.54	2943	0.96	3924	1.38	4705	1.80	5374	2.22	5967
0.13	1444	0.55	2970	0.97	3945	1.39	4722	1.81	5388	2.23	5981
0.14	1498	0.56	2997	0.98	3965	1.40	4739	1.82	5403	2.24	5994
0.15	1551	0.57	3024	0.99	3985	1.41	4756	1.83	5418	2.25	6008
0.16	1602	0.58	3050	1.00	4005	1.42	4773	1.84	5433	2.26	6021
0.17	1651	0.59	3076	1.01	4025	1.43	4790	1.85	5447	2.27	6034
0.18	1699	0.60	3102	1.02	4045	1.44	4806	1.86	5462	2.28	6047
0.19	1746	0.61	3127	1.03	4064	1.45	4823	1.87	5477	2.29	6061
0.20	1791	0.62	3153	1.04	4084	1.46	4840	1.88	5491	2.30	6074
0.21	1835	0.63	3179	1.05	4103	1.47	4856	1.89	5506	2.31	6087
0.22	1879	0.64	3204	1.06	4123	1.48	4873	1.90	5521	2.32	6100
0.23	1921	0.65	3229	1.07	4142	1.49	4889	1.91	5535	2.33	6113
0.24	1962	0.66	3254	1.08	4162	1.50	4905	1.92	5550	2.34	6128
0.25	2003	0.67	3279	1.09	4181	1.51	4921	1.93	5564	2.35	6140
0.26	2042	0.68	3303	1.10	4200	1.52	4938	1.94	5579	2.36	6153
0.27	2081	0.69	3327	1.11	4219	1.53	4954	1.95	5593	2.37	6166
0.28	2119	0.70	3351	1.12	4238	1.54	4970	1.96	5608	2.38	6179
0.29	2157	0.71	3375	1.13	4257	1.55	4986	1.97	5623	2.39	6192
0.30	2193	0.72	3398	1.14	4276	1.56	5002	1.98	5637	2.40	6205
0.31	2230	0.73	3422	1.15	4295	1.57	5018	1.99	5651	2.41	6217
0.32	2260	0.74	3445	1.16	4314	1.58	5034	2.00	5664	2.42	6230
0.33	2301	0.75	3468	1.17	4332	1.59	5050	2.01	5678	2.43	6243
0.34	2335	0.76	3491	1.18	4350	1.60	5066	2.02	5692	2.44	6256
0.35	2369	0.77	3514	1.19	4368	1.61	5082	2.03	5706	2.45	6269
0.36	2403	0.78	3537	1.20	4386	1.62	5098	2.04	5720	2.46	6282
0.37	2436	0.79	3560	1.21	4405	1.63	5114	2.05	5734	2.47	6294
0.38	2469	0.80	3582	1.22	4423	1.64	5129	2.06	5748	2.48	6307
0.39	2501	0.81	3604	1.23	4442	1.65	5144	2.07	5762	2.49	6320
0.40	2533	0.82	3625	1.24	4460	1.66	5160	2.08	5776	2.50	6332
0.41	2563	0.83	3657	1.25	4478	1.67	5175	2.09	5790	2.51	6345
0.42	2595	0.84	3669	1.26	4495	1.68	5191	2.10	5804	2.52	6358

Fig. 8-7 gives losses caused by changes in area or size. The area-change pressure-loss coefficient C has in some cases a subscript such as C_1 , C_2 , C_0 . These are keyed to A_1 , A_2 , A_0 . In the case of an abrupt expansion, C_1 is used with the velocity pressure at area 1 (A_1), and C_2 with the velocity pressure at area 2 (A_2). Let's take a case where a 2-sq ft duct abruptly expands to 4 sq ft. $A_1 = 2$ and $A_2 = 4$, so $A_1/A_2 = 2/4 = 0.5$. $C_1 = 0.25$ and $C_2 = 1.00$. If the velocity at $A_1 =$

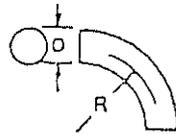
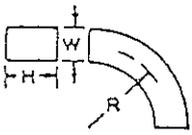
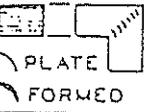
4000 fpm, then the velocity at A_2 will equal 2000 fpm. The velocity pressure at 4000 fpm = 1.00, and at 2000 = 0.25. The pressure drop, if the velocity pressures at A_1 and C_1 factor are used, is $0.25(1.00) = 0.25$ in., and if A_2 and C_2 are used, $1.00(0.25) = 0.25$ in. So you might say you pay your money and take your choice. In the case of an orifice, the velocity pressure corresponding to the orifice velocity and the C_0 orifice loss coefficient is used.

TYPE	ILLUSTRATION	CONDITIONS	LOSS COEFFICIENT		TYPE	ILLUSTRATION	CONDITIONS	LOSS COEFFICIENT	
			C_1	C_2				C_1	C_2
ABRUPT EXPANSION		A_1/A_2	C_1	C_2	ABRUPT CONTRACTION SQUARE EDGE		A_2/A_1	C_2	
		0.1	0.81	0.5			0.0	0.34	
		0.2	0.64	0.18			0.2	0.32	
		0.3	0.49	0.05			0.4	0.25	
		0.4	0.36	0.0225			0.6	0.16	
		0.5	0.25	0.01			0.8	0.06	
		0.6	0.16	0.0036					
		0.7	0.09	0.0049					
		0.8	0.04	0.0016					
0.9	0.01	0.0001							
GRADUAL EXPANSION		θ	C_r		GRADUAL CONTRACTION		θ		
		5°	0.17				30°	0.02	
		7°	0.22				45°	0.04	
		10°	0.28				60°	0.07	
		20°	0.45						
		30°	0.59						
40°	0.73								
ABRUPT EXIT		A_1/A_2 ($A_2 \rightarrow \infty$)	1.00						
EQUAL AREA TRANSFORMATION		θ	C		FLANGED ENTRANCE		A_1, A_2 $\theta \leq 14^\circ$	C	
			0.15						
DUCT ENTRANCE		A_1/A_2	C_0		FORMED ENTRANCE		A_1/A_2	C_0	
		0.0	2.50						
SQUARE EDGE ORIFICE EXIT		0.2	2.44		SQUARE EDGE ORIFICE ENTRANCE		A_1/A_2	C_0	
		0.4	2.28						
		0.6	1.98						
		0.8	1.54						
		1.0	1.00						
BAR ACROSS DUCT		E/D	C		PIPE ACROSS DUCT		E/D	C	
		0.10	0.7						
		0.25	1.4						
		0.50	4.0						
STREAM-LINED STRUT ACROSS DUCT		E/D	C		SQUARE EDGE ORIFICE IN DUCT		A_1/A_2	C_0	
		0.10	0.20						
		0.25	0.55						
		0.50	2.0						
		E/D	C				A_1/A_2	C_0	
		0.10	0.07				0.0	2.50	
		0.25	0.23				0.2	1.88	
		0.50	0.90				0.4	1.21	
							0.8	0.64	
							0.8	0.20	
							1.0	0.0	

Note 1: Subscript on C indicates cross-section at which velocity is calculated

FIG. 8-7 Pressure Losses Due To Area Changes (Reprinted by permission from ASHRAE Guide and Data Book, 1965)

(Additional Equivalent Losses in Excess of friction
to Intersection of Center Lines)

TYPE	ILLUSTRATION	CONDITIONS	PRESSURE LOSS		
			C ^a	L/D	L/W
N-DEG.		RECTANGULAR OR ROUND; WITH OR WITHOUT VANES	$\frac{N}{90}$ TIMES VALUE FOR SIMILAR 90-DEG. ELBOW		
90-DEG. ROUND SECTION		MITER	1.30 ^b	65	
		R/D=0.5	0.90		
		0.75	0.45	23	
		1.0	0.33	17	
		1.5	0.24	12	
90-DEG. RECTANGULAR SECTION		H/W	R/W		
		0.25	MITER	1.25 ^b	25
			0.5	1.25	25
			0.75	0.60	12
			1.0	0.37	7
			1.5	0.19	4
			MITER	1.47	49
			0.5	1.10	40
			0.75	0.50	16
			1.0	0.28	9
			1.5	0.13	4
			MITER	1.50	75
			0.5	1.00	50
			0.75	0.41	21
			1.0	0.22	11
			1.5	0.09	4.5
			MITER	1.38	110
			0.5	0.96	65
			0.75	0.37	43
			1.0	0.19	17
	1.5	0.07	6		
90-DEG. SQUARE SECTION WITH SPLITTER VANES		R1/W	R2/W	R2/W	
		MITER 0.5			28
		0.5	0.4	0.70	19
		0.7	0.8		12
		1.0	1.0	0.13	7.2
		1.5		0.12	
		MITER 0.3	0.5		22
		0.5	0.2	0.45	16
		0.75	0.4	0.12	
		1.0	0.7	0.10	
1.5	1.3	0.15			
MITER WITH TURNING VANES			C=0.10 TO 0.35 DEPENDING ON MANUFACTURE		
MITER TEE WITH VANES			CONSIDER EQUAL TO A SIMILAR ELBOW. BASE LOSS ON ENTERING VELOCITY.		
RADIUS TEE					

^a Values based on f values of approximately 0.02.

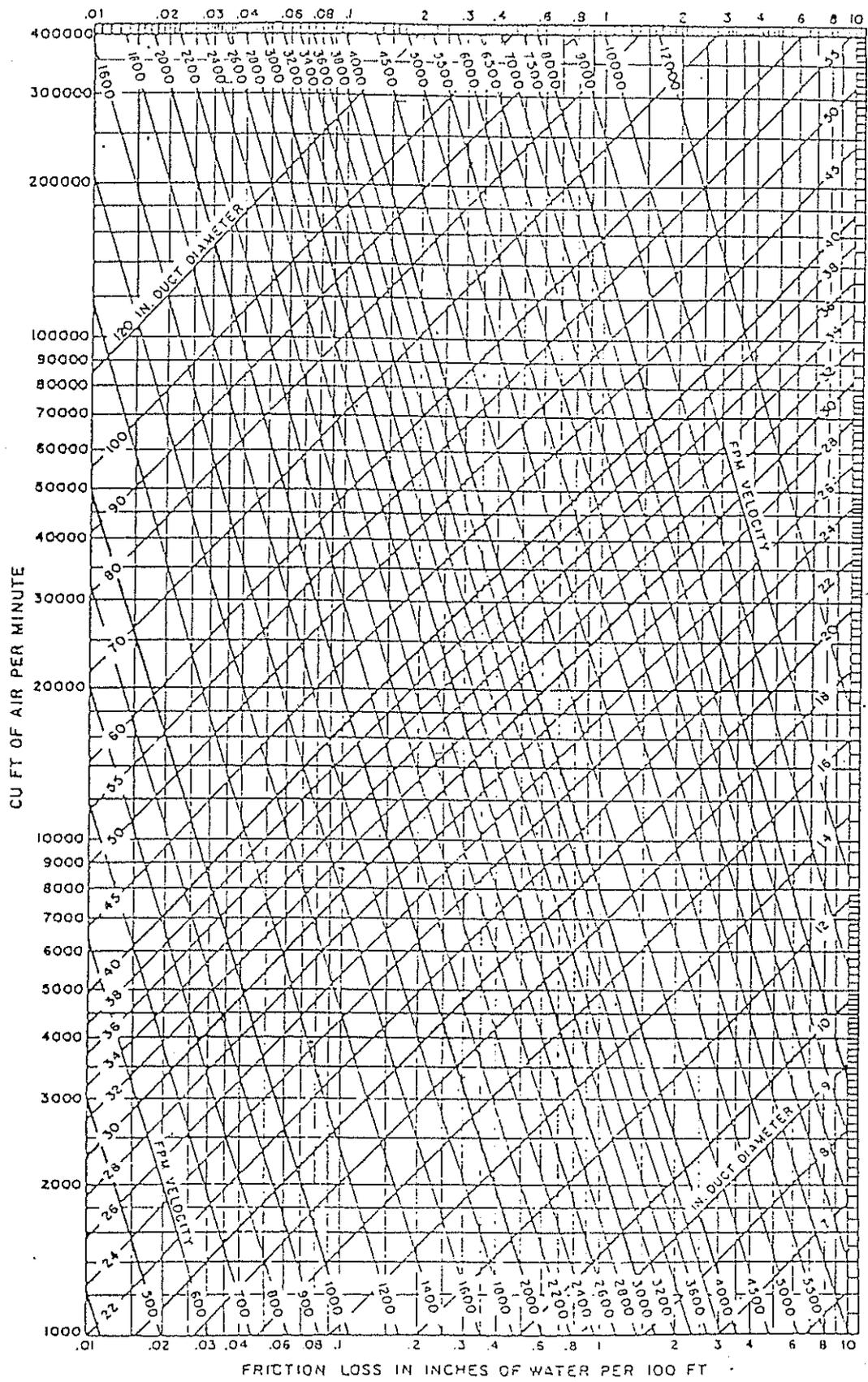
^b Values calculated from L/D and L/W values of Reference 6 for $f = 0.02$.

FIG. 8-6 Pressure Losses Due To Elbows (Reprinted by permission from ASHRAE Guide and Data Book, 1965)

TABLE 5-9. Circular Equivalents of Rectangular Duct Sizes

A \ B	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0
3.0	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.7	4.9	5.1	5.2	5.3	5.5	5.6	5.7	5.9	6.0	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0
3.5	4.1	4.3	4.6	4.8	5.0	5.2	5.3	5.5	5.7	5.8	6.0	6.1	6.3	6.4	6.5	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3	7.5	7.6	7.7
4.0	4.4	4.6	4.9	5.1	5.3	5.5	5.7	5.9	6.1	6.3	6.4	6.6	6.7	6.9	7.0	7.2	7.3	7.4	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.2	8.3
4.5	4.6	4.9	5.2	5.4	5.7	5.9	6.1	6.3	6.5	6.7	6.9	7.0	7.2	7.4	7.5	7.7	7.8	7.9	8.1	8.2	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8
5.0	4.9	5.2	5.5	5.7	6.0	6.2	6.4	6.7	6.9	7.1	7.3	7.4	7.6	7.8	8.0	8.1	8.3	8.4	8.6	8.7	8.9	9.0	9.1	9.3	9.4
5.5	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.5	6.8	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0	8.2	8.4	8.6	8.7	8.9	9.0	9.2	9.3	9.5	9.6	9.8	9.9

A \ B	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	22.0	24.0	26.0	28.0	30.0	32.0	34.0	36.0	38.0	40.0	
6.0	6.6																									
7.0	7.1	7.7																								
8.0	7.6	8.2	8.7																							
9.0	8.0	8.7	9.3	9.8																						
10.0	8.4	9.1	9.8	10.4	10.9																					
11.0	8.8	9.5	10.2	10.9	11.5	12.0																				
12.0	9.1	9.9	10.7	11.3	12.0	12.6	13.1																			
13.0	9.5	10.3	11.1	11.8	12.4	13.1	13.7	14.2																		
14.0	9.8	10.7	11.5	12.2	12.9	13.5	14.2	14.7	15.3																	
15.0	10.1	11.0	11.8	12.6	13.3	14.0	14.6	15.3	15.8	16.4																
16.0	10.4	11.3	12.2	13.0	13.7	14.4	15.1	15.7	16.4	16.9	17.5															
17.0	10.7	11.6	12.5	13.4	14.1	14.9	15.6	16.2	16.8	17.4	18.0	18.6														
18.0	11.0	11.9	12.9	13.7	14.5	15.3	16.0	16.7	17.3	17.9	18.5	19.1	19.7													
19.0	11.2	12.2	13.2	14.1	14.9	15.7	16.4	17.1	17.8	18.4	19.0	19.6	20.2	20.8												
20.0	11.5	12.5	13.5	14.4	15.2	16.0	16.8	17.5	18.2	18.9	19.5	20.1	20.7	21.3	21.9											
22.0	12.0	13.0	14.1	15.0	15.9	16.8	17.6	18.3	19.1	19.8	20.4	21.1	21.7	22.3	22.9	24.0										
24.0	12.4	13.5	14.6	15.6	16.5	17.4	18.3	19.1	19.9	20.6	21.3	22.0	22.7	23.3	23.9	25.1	26.2									
26.0	12.8	14.0	15.1	16.2	17.1	18.1	19.0	19.8	20.6	21.4	22.1	22.9	23.5	24.2	24.9	26.1	27.3	28.4								
28.0	13.2	14.5	15.6	16.7	17.7	18.7	19.6	20.5	21.3	22.1	22.9	23.7	24.4	25.1	25.8	27.1	28.3	29.5	30.6							
30.0	13.6	14.9	16.1	17.2	18.3	19.3	20.2	21.1	22.0	22.9	23.7	24.4	25.2	25.9	26.6	28.0	29.3	30.5	31.7	32.8						
32.0	14.0	15.3	16.5	17.7	18.8	19.8	20.8	21.8	22.7	23.5	24.4	25.2	26.0	26.7	27.5	28.9	30.2	31.5	32.7	33.9	35.0					
34.0	14.4	15.7	17.0	18.2	19.3	20.4	21.4	22.4	23.3	24.2	25.1	25.9	26.7	27.5	28.3	29.7	31.1	32.4	33.7	34.9	36.1	37.2				
36.0	14.7	16.1	17.4	18.6	19.8	20.9	21.9	22.9	23.9	24.8	25.7	26.6	27.4	28.2	29.0	30.5	32.0	33.3	34.6	35.9	37.1	38.2	39.4			
38.0	15.0	16.5	17.8	19.0	20.2	21.4	22.4	23.5	24.5	25.4	26.4	27.2	28.1	28.9	29.8	31.3	32.8	34.2	35.6	36.8	38.1	39.3	40.4	41.5		
40.0	15.3	16.8	18.2	19.5	20.7	21.8	22.9	24.0	25.0	26.0	27.0	27.9	28.8	29.6	30.5	32.1	33.6	35.1	36.4	37.8	39.0	40.3	41.5	42.6	43.7	
42.0	15.6	17.1	18.5	19.9	21.1	22.3	23.4	24.5	25.6	26.6	27.6	28.5	29.4	30.3	31.2	32.8	34.4	35.9	37.3	38.7	40.0	41.3	42.5	43.7	44.8	
44.0	15.9	17.5	18.9	20.3	21.5	22.7	23.9	25.0	26.1	27.1	28.1	29.1	30.0	30.9	31.8	33.5	35.1	36.7	38.1	39.5	40.7	42.2	43.5	44.7	45.8	
46.0	16.2	17.8	19.3	20.6	21.9	23.2	24.4	25.5	26.6	27.7	28.7	29.7	30.6	31.6	32.5	34.2	35.9	37.4	38.9	40.4	41.7	43.1	44.4	45.7	46.9	
48.0	16.5	18.1	19.6	21.0	22.3	23.6	24.8	26.0	27.1	28.2	29.2	30.2	31.2	32.2	33.1	34.9	36.6	38.2	39.7	41.2	42.5	44.0	45.3	46.6	47.9	
50.0	16.8	18.4	19.9	21.4	22.7	24.0	25.2	26.4	27.6	28.7	29.8	30.8	31.8	32.8	33.7	35.5	37.2	38.9	40.5	42.0	43.5	44.9	46.2	47.5	48.8	
54.0	17.3	19.0	20.6	22.0	23.5	24.8	26.1	27.3	28.5	29.7	30.8	31.8	32.9	33.9	34.9	36.8	38.6	40.3	41.9	43.5	45.1	46.5	48.0	49.3	50.7	
58.0	17.8	19.5	21.2	22.7	24.2	25.5	26.9	28.2	29.4	30.6	31.7	32.8	33.9	35.0	36.0	38.0	39.8	41.6	43.3	45.0	46.5	48.1	49.6	51.0	52.4	
62.0	18.3	20.1	21.7	23.3	24.8	26.3	27.6	28.9	30.2	31.5	32.6	33.8	34.9	36.0	37.1	39.1	41.0	42.9	44.7	46.4	48.0	49.6	51.2	52.7	54.1	
66.0	18.8	20.6	22.3	23.9	25.5	26.9	28.4	29.7	31.0	32.3	33.5	34.7	35.9	37.0	38.1	40.2	42.2	44.1	46.0	47.7	49.3	51.1	52.7	54.2	55.7	
70.0	19.2	21.1	22.8	24.5	26.1	27.6	29.1	30.4	31.8	33.1	34.4	35.6	36.8	37.9	39.1	41.2	43.3	45.3	47.2	49.0	50.7	52.5	54.1	55.7	57.3	
74.0	19.6	21.5	23.3	25.1	26.7	28.2	29.7	31.2	32.5	33.9	35.2	36.4	37.7	38.8	40.0	42.2	44.4	46.4	48.4	50.3	52.1	53.8	55.5	57.2	58.8	
78.0	20.0	22.0	23.8	25.6	27.3	28.2	30.4	31.8	33.3	34.6	36.0	37.2	38.5	39.7	40.9	43.2	45.4	47.5	49.5	51.4	53.1	55.1	56.9	58.6	60.2	
82.0	20.4	22.4	24.3	26.1	27.8	29.4	31.0	32.5	33.9	35.4	36.7	38.0	39.3	40.6	41.8	44.1	46.4	48.5	50.6	52.6	54.3	56.4	58.2	59.9	61.6	
86.0	20.8	22.9	24.8	26.6	28.3	30.0	31.6	33.1	34.6	36.1	37.4	38.8	40.1	41.4	42.6	45.0	47.3	49.6	51.7	53.7	55.5	57.6	59.4	61.2	63.0	
90.0	21.2	23.3	25.2	27.1	28.9	30.6	32.2	33.8	35.3	36.7	38.2	39.5	40.9	42.2	43.5	45.9	48.3	50.5	52.7	54.8	56.6	58.8	60.7	62.5	64.3	



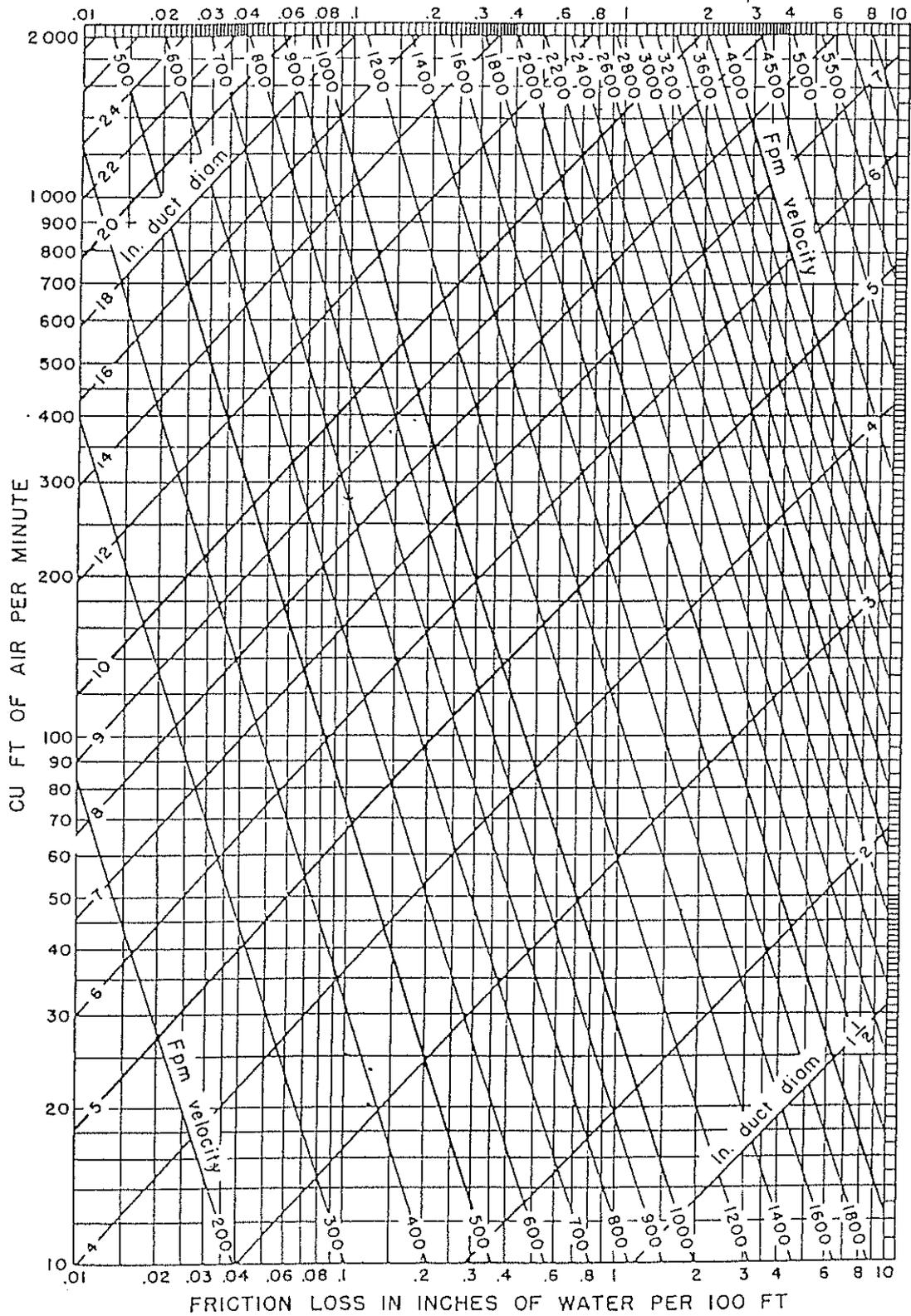
(Based on Standard Air of 0.075 lb per cu ft density flowing through average, clean, round, galvanized metal ducts having approximately 40 joints per 100 ft.)

FIG. 8-2 Friction Of Air In Straight Ducts For Volumes Of 1000 To 400,000 CFM (Reprinted by permission from ASHRAE Guide and Data Book, 1965)



CIB-ESPOL

148



(Based on Standard Air of 0.075 lb per cu ft density flowing through average, clean, round, galvanized metal ducts having approximately 40 joints per 100 ft.) Caution: Do not extrapolate below chart.

FIG. 8-1 Friction Of Air In Straight Ducts For Volumes Of 10 To 2000 CFM (Reprinted by permission from ASHRAE Guide and Data Book, 1965)

APÉNDICE J

TABLAS PARA SELECCIÓN DE

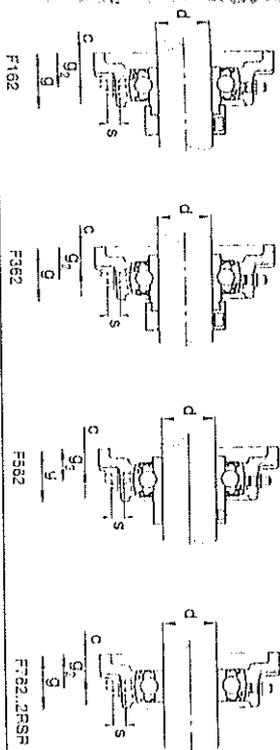
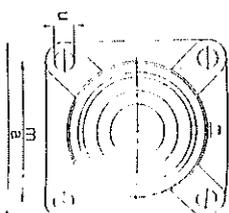
POLEAS Y RODAMIENTOS



CIB-ESPOL

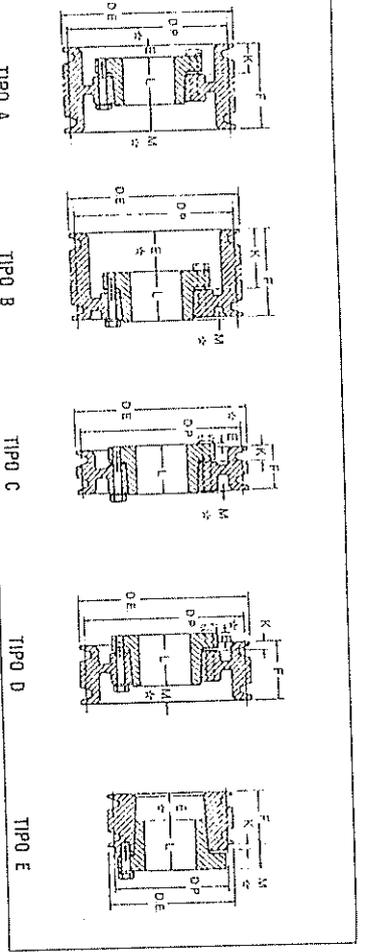
Unidades FAG de rodamientos S

Series F162, F362, F562, F762...2RSR
Soporte brida de fundición gris



Eje	Dimensiones						Tornillos de fijación	Denominación abreviada			Peso
	a	b	c	d	e	g		Unidad de soporte	Rodamiento con dispositivo de seguridad	Soporta	
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	FAG	FAG	FAG	kg	
1	95	100	100	100	100	100	M10	F16205.100	16205.100	F205	0,25
	95	100	100	100	100	100	M10	F36205.100	36205.100	F205	0,385
	95	100	100	100	100	100	M10	F56205.100	56205.100	F205	0,385
1 1/8	105	110	110	110	110	110	M10	F16206.101	16206.101	F206	1,33
	105	110	110	110	110	110	M10	F36206.101	36206.101	F206	1,33
	105	110	110	110	110	110	M10	F56206.101	56206.101	F206	1,33
1 1/2	120	125	125	125	125	125	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	120	125	125	125	125	125	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	120	125	125	125	125	125	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
30	105	110	110	110	110	110	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	105	110	110	110	110	110	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	105	110	110	110	110	110	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
1 1/4	105	110	110	110	110	110	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	105	110	110	110	110	110	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	105	110	110	110	110	110	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
1 1/2	120	125	125	125	125	125	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	120	125	125	125	125	125	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	120	125	125	125	125	125	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
1 3/4	135	140	140	140	140	140	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	135	140	140	140	140	140	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	135	140	140	140	140	140	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
2	150	155	155	155	155	155	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	150	155	155	155	155	155	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	150	155	155	155	155	155	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
2 1/2	165	170	170	170	170	170	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	165	170	170	170	170	170	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	165	170	170	170	170	170	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
3	180	185	185	185	185	185	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	180	185	185	185	185	185	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	180	185	185	185	185	185	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
3 1/2	195	200	200	200	200	200	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	195	200	200	200	200	200	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	195	200	200	200	200	200	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
4	210	215	215	215	215	215	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	210	215	215	215	215	215	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	210	215	215	215	215	215	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
4 1/2	225	230	230	230	230	230	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	225	230	230	230	230	230	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	225	230	230	230	230	230	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
5	240	245	245	245	245	245	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	240	245	245	245	245	245	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	240	245	245	245	245	245	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
5 1/2	255	260	260	260	260	260	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	255	260	260	260	260	260	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	255	260	260	260	260	260	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
6	270	275	275	275	275	275	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	270	275	275	275	275	275	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	270	275	275	275	275	275	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
6 1/2	285	290	290	290	290	290	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	285	290	290	290	290	290	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	285	290	290	290	290	290	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
7	300	305	305	305	305	305	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	300	305	305	305	305	305	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	300	305	305	305	305	305	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
7 1/2	315	320	320	320	320	320	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	315	320	320	320	320	320	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	315	320	320	320	320	320	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
8	330	335	335	335	335	335	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	330	335	335	335	335	335	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	330	335	335	335	335	335	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
8 1/2	345	350	350	350	350	350	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	345	350	350	350	350	350	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	345	350	350	350	350	350	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
9	360	365	365	365	365	365	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	360	365	365	365	365	365	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	360	365	365	365	365	365	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
9 1/2	375	380	380	380	380	380	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	375	380	380	380	380	380	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	375	380	380	380	380	380	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
10	390	395	395	395	395	395	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	390	395	395	395	395	395	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	390	395	395	395	395	395	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
10 1/2	405	410	410	410	410	410	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	405	410	410	410	410	410	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	405	410	410	410	410	410	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
11	420	425	425	425	425	425	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	420	425	425	425	425	425	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	420	425	425	425	425	425	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
11 1/2	435	440	440	440	440	440	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	435	440	440	440	440	440	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	435	440	440	440	440	440	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
12	450	455	455	455	455	455	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	450	455	455	455	455	455	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	450	455	455	455	455	455	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
12 1/2	465	470	470	470	470	470	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	465	470	470	470	470	470	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	465	470	470	470	470	470	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
13	480	485	485	485	485	485	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	480	485	485	485	485	485	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	480	485	485	485	485	485	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
13 1/2	495	500	500	500	500	500	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	495	500	500	500	500	500	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	495	500	500	500	500	500	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
14	510	515	515	515	515	515	M10	F16206.102	16206.102	F206	1,33
	510	515	515	515	515	515	M10	F36206.102	36206.102	F206	1,33
	510	515	515	515	515	515	M10	F56206.102	56206.102	F206	1,33
14 1/2											

31 Poleas OD de Alta Capacidad "Hi-Cap" en Existencia



Las dimensiones para las poleas *Mantín* se encuentran enlistadas en las siguientes tablas con sus correspondientes bujes OD. El tipo de polea mostrada a continuación se indica con una letra, y la construcción se indica con un número, como se muestra en la siguiente página.

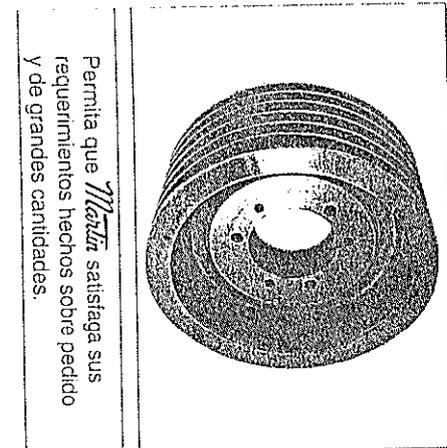
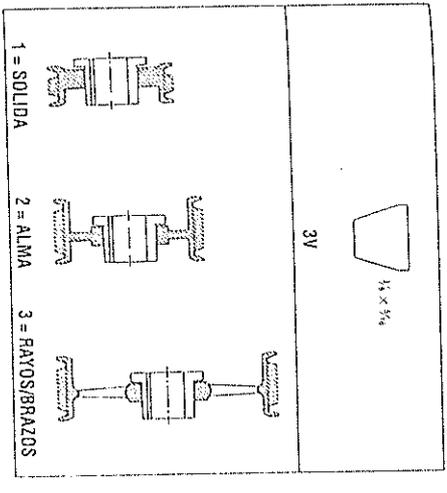
Dimensiones en pulgadas, peso en libras

1 Ranuras * F = 1 3/4"										2 Ranuras F = 1 1/2"									
No. de Parte	DE	DP	Tipos	Bujes	Barridos del buje	E	K	Largo total del eje	M	Peso sin buje	No. de Parte	Tipos	Bujes	Barridos del buje	E	K	Largo total del eje	M	Peso sin buje
1.3V 220 JA	2.30	2.15	E-1	JA	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	7	2.3V 220 JA	E-1	JA	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	9
1.3V 230 JA	2.30	2.30	E-1	JA	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	8	2.3V 230 JA	E-1	JA	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	10
1.3V 240 JA	2.30	2.45	E-1	JA	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	8	2.3V 240 JA	E-1	JA	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	10
1.3V 250 JA	2.30	2.50	C-1	JA	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	9	2.3V 250 JA	D-1	JA	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	10
1.3V 260 JA	2.30	2.60	C-1	JA	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	9	2.3V 260 JA	D-1	JA	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	10
1.3V 280 JA	2.80	2.75	C-1	JA	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	9	2.3V 280 JA	D-1	JA	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	10
1.3V 300 JA	3.00	2.95	C-1	JA	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	10	2.3V 300 JA	D-1	JA	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	10
1.3V 315 JA	3.15	3.30	C-1	JA	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	11	2.3V 315 JA	D-1	JA	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	11
1.3V 330 SH	3.30	3.40	D-1	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	13	2.3V 330 SH	D-1	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	13
1.3V 350 SH	3.50	3.60	D-1	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	13	2.3V 350 SH	D-1	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	13
1.3V 412 SH	4.12	4.07	D-1	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	17	2.3V 412 SH	D-1	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	17
1.3V 450 SH	4.50	4.45	D-1	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	2.1	2.3V 450 SH	D-1	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	2.1
1.3V 475 SH	4.75	4.70	D-1	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	2.5	2.3V 475 SH	D-1	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	2.5
1.3V 500 SH	5.00	4.95	D-1	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	2.8	2.3V 500 SH	D-1	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	2.8
1.3V 550 SH	5.50	5.25	D-1	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	3.2	2.3V 550 SH	D-1	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	3.2
1.3V 600 SH	6.00	5.53	D-2	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	3.2	2.3V 600 SH	D-1	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	3.2
1.3V 650 SH	6.50	5.93	D-2	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	3.3	2.3V 650 SH	D-1	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	3.3
1.3V 680 SH	6.80	6.43	D-3	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	3.9	2.3V 680 SH	D-3	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	3.9
1.3V 690 SH	6.90	6.53	D-3	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	4.5	2.3V 690 SH	D-3	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	4.5
1.3V 700 SH	7.00	6.63	D-3	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	5.5	2.3V 700 SH	D-3	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	5.5
1.3V 1060 SDS	10.60	10.53	C-3	SDS	2	2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	2.0	2.3V 1060 SDS	C-3	SDS	2	2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	10.0
1.3V 1400 SK	14.00	13.93	C-3	SK	2 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	13.5	2.3V 1400 SK	C-3	SK	2 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	15.0
1.3V 1800 SK	18.00	18.93	C-3	SK	2 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	17.0	2.3V 1800 SK	C-3	SK	2 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	25.0
1.3V 2500 SF	25.00	24.93	C-3	SF	2 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	29.0	2.3V 2500 SF	C-3	SF	2 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	38.0

* F = 1 3/4" para 1.3V 600 SDS y 1.3V 1060 SDS; F = 1 1/2" para 1.3V 1400 SK y 1.3V 1800 SK. Las poleas tipo E están fabricadas solamente para montaje reversible. Las dimensiones E y M son nominales y varían dependiendo de la tolerancia de la O.D. Las poleas tipo E están fabricadas solamente para montaje reversible.



Poleas OD de Alta Capacidad "Hi-Cap" en Existencia



Permita que *Mantín* satisfaga sus requerimientos hechos sobre pedido y de grandes cantidades.

Dimensiones en pulgadas, peso en libras

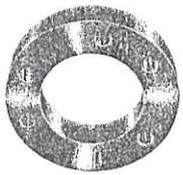
3 Ranuras F = 1 1/2"										4 Ranuras F = 1 1/4"									
No. de Parte	DE	DP	Tipos	Bujes	Barridos del buje	E	K	Largo total del eje	M	Peso sin buje	No. de Parte	Tipos	Bujes	Barridos del buje	E	K	Largo total del eje	M	Peso sin buje
3.3V 250 JA	2.30	2.45	E-1	JA	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	1.6	4.3V 255 JA	D-1	JA	1 1/4	1 1/4	3/4	1 1/4	3/4	1.3
3.3V 265 JA	2.65	2.60	D-1	JA	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	1.6	4.3V 280 JA	D-1	JA	1 1/4	1 1/4	3/4	1 1/4	3/4	1.6
3.3V 280 JA	2.80	2.75	D-1	JA	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	2.2	4.3V 300 SH	E-1	SH	1 1/4	1 1/4	3/4	1 1/4	3/4	1.9
3.3V 300 SH	3.00	2.95	E-1	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	2.2	4.3V 315 SH	E-1	SH	1 1/4	1 1/4	3/4	1 1/4	3/4	2.2
3.3V 315 SH	3.15	3.10	E-1	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	2.5	4.3V 335 SH	E-1	SH	1 1/4	1 1/4	3/4	1 1/4	3/4	2.5
3.3V 335 SH	3.35	3.30	D-1	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	2.8	4.3V 365 SH	D-1	SH	1 1/4	1 1/4	3/4	1 1/4	3/4	2.6
3.3V 365 SH	3.65	3.60	D-1	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	3.0	4.3V 395 SH	D-1	SH	1 1/4	1 1/4	3/4	1 1/4	3/4	3.2
3.3V 412 SH	4.12	4.07	A-1	SH	1 1/2	1 1/2	3/4	1 1/2	3/4	3.3	4.3V 450 SDS	A-1	SDS	2	2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	3.5
3.3V 450 SDS	4.50	4.45	A-1	SDS	2	2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	3.7	4.3V 475 SDS	A-1	SDS	2	2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	4.0
3.3V 475 SDS	4.75	4.70	A-1	SDS	2	2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	4.0	4.3V 500 SDS	A-1	SDS	2	2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	4.5
3.3V 500 SDS	5.00	4.95	A-1	SDS	2	2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	4.0	4.3V 550 SDS	A-1	SDS	2	2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	5.0
3.3V 550 SDS	5.50	5.25	A-1	SDS	2	2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	4.3	4.3V 580 SDS	A-1	SDS	2	2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	5.7
3.3V 600 SDS	6.00	5.55	A-1	SDS	2	2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	4.9	4.3V 650 SK	D-1	SK	2 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	7.5
3.3V 650 SDS	6.50	5.95	A-1	SDS	2	2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	5.9	4.3V 680 SK	D-1	SK	2 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	8.0
3.3V 680 SDS	6.80	6.45	A-3	SDS	2	2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	6.3	4.3V 690 SK	A-1	SK	2 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	8.0
3.3V 690 SDS	6.90	6.45	A-3	SDS	2	2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	6.3	4.3V 800 SK	D-2	SK	2 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	12.0
3.3V 800 SDS	8.00	7.95	C-2	SK	2 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	10.6	4.3V 1060 SK	D-3	SK	2 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	16.0
3.3V 1060 SK	10.60	10.55	C-3	SK	2 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	12.0	4.3V 1400 SK	D-3	SK	2 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	22.0
3.3V 1400 SK	14.00	13.95	C-3	SK	2 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	15.0	4.3V 1800 SK	C-3	SK	2 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	27.0
3.3V 1800 SK	18.00	18.95	C-3	SK	2 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	20.0	4.3V 2500 SF	C-3	SF	2 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	33.0
3.3V 2500 SF	25.00	24.95	C-3	SF	2 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	25.0	4.3V 3500 E	E	E	3 1/2	3 1/2	1 1/2	3 1/2	1 1/2	59.0
3.3V 3500 SF	35.00	34.95	C-3	SF	2 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	35.0									80.0

* F = 1 1/2" para 3.3V 600 SDS y 3.3V 1060 SK; F = 1 1/4" para 4.3V 1400 SK y 4.3V 1800 SK. Las poleas tipo E están fabricadas solamente para montaje reversible. Las dimensiones E y M son nominales y varían dependiendo de la tolerancia de la O.D. Las poleas tipo E están fabricadas solamente para montaje reversible.

Adaptadores para Soldar "QD"



Bujes Taper



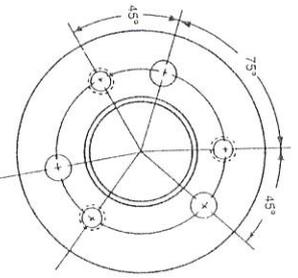
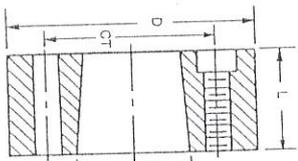
ADAPTADOR PARA SOLDAR TIPO 1



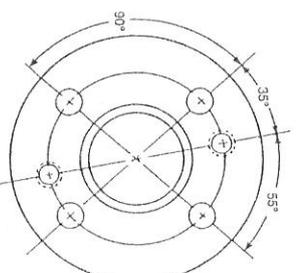
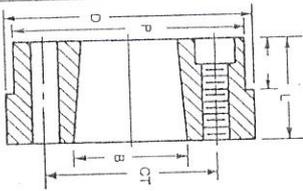
ADAPTADOR PARA SOLDAR TIPO 2

Los adaptadores para soldar *Martín* son aptos para utilizarse en diversas aplicaciones, como soldarse a sprockets de placa de acero.

Los adaptadores para soldar son hechos de acero, barrenos con cuerda y barrenos cónicos para bujes QD.

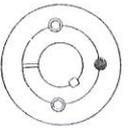


TIPO 1

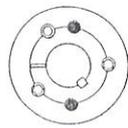


TIPO 2

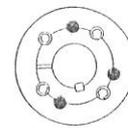
IMPORTANTE: Siga cuidadosamente todas las instrucciones de este manual. Esto es necesario para asegurar un funcionamiento satisfactorio.



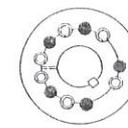
1008 a 3030



3535 a 6050



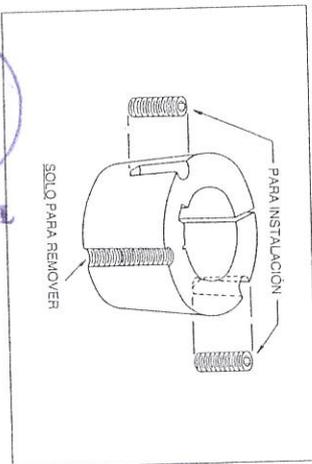
7050 a 10085



120100

Para Instalar:

1. Limpie el eje, el barrenos, y el exterior del buje, y el barrenos de la maza (quite el buje de la maza si ya está ensamblado). Remueva cualquier aceite, laca, o polvo. Coloque el buje en la maza de tal forma que los medios barrenos formen hoyos completos (cada hoyo completo tendrá cuerda solamente de un lado).
2. Engrase la cuerda y la punta de los opresores o bien la cuerda y la base de los tornillos. Coloque sin apretar los tornillos en los barrenos que tienen cuerda del lado de la maza (mostrado así en el diagrama).
3. Asegúrese que el buje no está apretado dentro de la maza. Deslice el conjunto de piezas en el eje y localice la posición deseada.
4. Apriete los tornillos (vea nota *) alternativamente hasta que todos entren firmemente. Utilice un tubo en la llave de tuercas para incrementar el apalancamiento. (Vea la tabla para llaves de torque.)
5. Golpee el extremo largo del buje con un martillo y un mango para evitar algún daño. Los tornillos pueden ahora ser apretados un poco más utilizando una llave de torque específica. Repita alternativamente este martillo reapretando los tornillos hasta que la llave de torque no gire más después del martillo. Llene los otros barrenos con grasa para evitar el polvo.



▲ Cuando la llave de torque no se encuentre disponible, es posible aproximar estos valores al utilizar una llave ordinaria y un tubo en la llave. Por ejemplo, para obtener un torque de 1000 libras-pulgadas, tire 100 libras a una distancia de 10 pulgadas del centro del tiro al centro del tornillo, o tire 50 libras a una distancia de 20 pulgadas.

Llave de Torque Recomendada

Nº. de Buje	Tornillos	Llave de Torque A (Libras - Pulgadas)
1008	1/2" OPRESORES	55
1210	3/8" OPRESORES	175
1610	1/2" OPRESORES	280
2012	5/8" OPRESORES	490
2517	3/4" OPRESORES	800
3020, 3030	7/8" OPRESORES	1,000
3535	1" OPRESORES	1,700
4040	1 1/4" OPRESORES	2,450
4545	1 1/2" OPRESORES	3,190
5050	1 3/4" OPRESORES	3,930
6050, 7050, 8065	1 3/4" OPRESORES	13,700
10085, 120100	1 3/4" OPRESORES	13,700

Cuando ordene un buje proporcione el nombre estampado a lo largo en el buje, el barrenos y la cantidad. * Si dos bujes se utilizan en la misma polea, apriete un buje en el eje siguiendo los pasos 4 y 5 antes de empezar a apretar los tornillos en el buje.

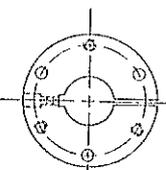
Adaptadores para soldar QD Tipo 1 y Tipo 2

Nº. de Castador	L	Dimensiones - Pulgadas			Tipo de Barrenos	Peso en Libras	Montaje
		B	P	L1	CT		
J-A	3/4"	1.375	—	—	1 7/8"	1.4	Estándar
S-H-A	3/4"	1.871	—	—	2"	1 1/4	Reverso
S-S-A	1/2"	2.188	—	—	2 1/4"	3	
S-K-A	1/2"	2.313	—	—	3"	3	
S-E-A	1 1/4"	3.125	—	—	3 3/4"	4	
F-A	1 1/4"	3.632	—	—	5"	9	
F-A	1 1/4"	4.437	—	—	5 1/2"	18	
F-A	2 1/4"	7.000	—	—	6 1/2"	22.5	
M-A	3 1/4"	9.500	9.250	—	7 1/4"	50	Unicamente Estándar
M-A	6 1/4"	10.500	10.250	—	8 1/4"	75	
P-A	7 1/4"	13.000	—	—	10	100	
M-A	9	13.500	—	—	12 1/2"	300	
S-A	12	18.75	—	—	15	558	

* Tolerancia de Dimensión D J-A-A Hasta J-A = (+.000-.002) M-A Hasta S-A = (+.000-.003)

Bujes "OD" de Acero

*F = Largo del Barreno que Ensambla *D = Espesor Entre Bujes "OD" y la Maza que Ensambla



Bujes "JA" a "J" Inclusive



Bujes "M" a "S" Inclusive



Bujes "OD" Estándar

Buje	Dimensiones (Pulgadas)									
	A	B	D	E	F	G	L	de Tornillo	de Tornillo	Requeridas
SE-STL	1/8	3/16	1/8	1/8	1/8	3/8	2 1/4	3/8	3/8	3/8 x 2
ESTL	3/8	2 1/2	1/2	1/2	1/2	1 1/2	2 1/4	3/8	3/8	3/8 x 2 1/2
F-STL	1/2	4 1/2	3/4	3/4	3/4	2 1/4	2 1/4	3/8	3/8	3/8 x 2 1/2
J-STL	3/4	5 1/4	7/8	7/8	7/8	2 1/4	2 1/4	3/8	3/8	3/8 x 2 1/2
M-STL	1 1/4	6 5/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	2 1/4	2 1/4	3/8	3/8	3/8 x 2 1/2
N-STL	1 3/4	7 0/00	1 1/4	1 1/4	1 1/4	2 1/4	2 1/4	3/8	3/8	3/8 x 2 1/2

Buje	Barreno	Cuerpo	Rango de Barrenos Plegados									
			Máximo		Mínimo		Máximo		Mínimo		Peso	
		Cuerpo		Cuerpo		Cuerpo		Cuerpo		Plano		
		Espesor		Espesor		Espesor		Espesor		Espesor		
SE	1/8	3/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	3.0	
EST	3/8	2 1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	10.0	
F	1/2	4 1/2	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	11.0	
J	3/4	5 1/4	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	11.0	
M	1 1/4	6 5/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	18.0	
N	1 3/4	7 0/00	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	37.0	
P	2 1/4	8 5/8	1 3/4	1 3/4	1 3/4	1 3/4	1 3/4	1 3/4	1 3/4	1 3/4	57.0	
W	3 1/4	10 1/2	2 1/4	2 1/4	2 1/4	2 1/4	2 1/4	2 1/4	2 1/4	2 1/4	77.0	
S	4 1/4	12 1/2	2 3/4	2 3/4	2 3/4	2 3/4	2 3/4	2 3/4	2 3/4	2 3/4	100.0	

Buje	Barreno	Cuerpo	Dimensiones (Pulgadas)									
			Cuerpo		Cuerpo		Cuerpo		Cuerpo		Cuerpo	
		Espesor		Espesor		Espesor		Espesor		Espesor		
SE	1/8	3/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	3.0	
EST	3/8	2 1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	10.0	
F	1/2	4 1/2	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	11.0	
J	3/4	5 1/4	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	11.0	
M	1 1/4	6 5/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	18.0	
N	1 3/4	7 0/00	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	37.0	

Buje	Barreno	Cuerpo	Dimensiones (Pulgadas)									
			Cuerpo		Cuerpo		Cuerpo		Cuerpo		Cuerpo	
		Espesor		Espesor		Espesor		Espesor		Espesor		
SE	1/8	3/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	3.0	
EST	3/8	2 1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	10.0	
F	1/2	4 1/2	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	11.0	
J	3/4	5 1/4	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	11.0	
M	1 1/4	6 5/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	18.0	
N	1 3/4	7 0/00	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	37.0	

Buje	Barreno	Cuerpo	Dimensiones (Pulgadas)									
			Cuerpo		Cuerpo		Cuerpo		Cuerpo		Cuerpo	
		Espesor		Espesor		Espesor		Espesor		Espesor		
SE	1/8	3/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	3.0	
EST	3/8	2 1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	10.0	
F	1/2	4 1/2	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	11.0	
J	3/4	5 1/4	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	11.0	
M	1 1/4	6 5/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	18.0	
N	1 3/4	7 0/00	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	37.0	

Buje	Barreno	Cuerpo	Dimensiones (Pulgadas)									
			Cuerpo		Cuerpo		Cuerpo		Cuerpo		Cuerpo	
		Espesor		Espesor		Espesor		Espesor		Espesor		
SE	1/8	3/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	3.0	
EST	3/8	2 1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	10.0	
F	1/2	4 1/2	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	11.0	
J	3/4	5 1/4	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	11.0	
M	1 1/4	6 5/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	18.0	
N	1 3/4	7 0/00	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	37.0	

Buje	Barreno	Cuerpo	Dimensiones (Pulgadas)									
			Cuerpo		Cuerpo		Cuerpo		Cuerpo		Cuerpo	
		Espesor		Espesor		Espesor		Espesor		Espesor		
SE	1/8	3/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	3.0	
EST	3/8	2 1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	10.0	
F	1/2	4 1/2	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	11.0	
J	3/4	5 1/4	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	11.0	
M	1 1/4	6 5/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	18.0	
N	1 3/4	7 0/00	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	37.0	

Buje	Barreno	Cuerpo	Dimensiones (Pulgadas)									
			Cuerpo		Cuerpo		Cuerpo		Cuerpo		Cuerpo	
		Espesor		Espesor		Espesor		Espesor		Espesor		
SE	1/8	3/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	3.0	
EST	3/8	2 1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	10.0	
F	1/2	4 1/2	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	11.0	
J	3/4	5 1/4	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	11.0	
M	1 1/4	6 5/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	18.0	
N	1 3/4	7 0/00	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	37.0	

31 Rangos Básicos de HP para Banda



Rangos Básicos de 31 HP para Banda

Tabla de Rangos Básicos de 31 HP para Banda (Tabla de Datos)

Dimensiones Exteriores de la Roda (en pulgadas)

RPM del Eje mot.	2.20	2.25	2.30	2.35	2.40	2.45	2.50	2.55	2.60	2.65	2.70	2.75	2.80	2.85	2.90	2.95	3.00	3.05	3.10	3.15	3.20	3.25	3.30	3.35	3.40	3.45	3.50		
100	0.08	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	
200	0.16	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	0.38	0.40	0.42	0.44	0.46	0.48	0.50	0.52	0.54	0.56	0.58	0.60	0.62	0.64	0.66	0.68	0.70	0.72	0.74	0.76
300	0.24	0.33	0.36	0.39	0.42	0.45	0.48	0.51	0.54	0.57	0.60	0.63	0.66	0.69	0.72	0.75	0.78	0.81	0.84	0.87	0.90	0.93	0.96	0.99	1.02	1.05	1.08	1.11	1.14
400	0.32	0.42	0.46	0.50	0.54	0.58	0.62	0.66	0.70	0.74	0.78	0.82	0.86	0.90	0.94	0.98	1.02	1.06	1.10	1.14	1.18	1.22	1.26	1.30	1.34	1.38	1.42	1.46	1.50
500	0.40	0.51	0.56	0.61	0.66	0.71	0.76	0.81	0.86	0.91	0.96	1.01	1.06	1.11	1.16	1.21	1.26	1.31	1.36	1.41	1.46	1.51	1.56	1.61	1.66	1.71	1.76	1.81	1.86
600	0.48	0.60	0.66	0.72	0.78	0.84	0.90	0.96	1.02	1.08	1.14	1.20	1.26	1.32	1.38	1.44	1.50	1.56	1.62	1.68	1.74	1.80	1.86	1.92	1.98	2.04	2.10	2.16	2.22
700	0.56	0.70	0.77	0.84	0.91	0.98	1.05	1.12	1.19	1.26	1.33	1.40	1.47	1.54	1.61	1.68	1.75	1.82	1.89	1.96	2.03	2.10	2.17	2.24	2.31	2.38	2.45	2.52	2.59
800	0.64	0.80	0.88	0.96	1.04	1.12	1.20	1.28	1.36	1.44	1.52	1.60	1.68	1.76	1.84	1.92	2.00	2.08	2.16	2.24	2.32	2.40	2.48	2.56	2.64	2.72	2.80	2.88	2.96
900	0.72	0.90	0.99	1.08	1.17	1.26	1.35	1.44	1.53	1.62	1.71	1.80	1.89	1.98	2.07	2.16	2.25	2.34	2.43	2.52	2.61	2.70	2.79	2.88	2.97	3.06	3.15	3.24	3.33
1000	0.80	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70

Tabla de Rangos Básicos de 31 HP para Banda (Tabla de Datos)

Dimensiones Exteriores de la Roda (en pulgadas)

Tabla de Rangos Básicos de 31 HP para Banda (Tabla de Datos)

Dimensiones Exteriores de la Roda (en pulgadas)

RPM del Eje mot.	2.20	2.25	2.30	2.35	2.40	2.45	2.50	2.55	2.60	2.65	2.70	2.75	2.80	2.85	2.90	2.95	3.00	3.05	3.10	3.15	3.20	3.25	3.30	3.35	3.40	3.45	3.50	
100	0.08	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37
200	0.16	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	0.38	0.40	0.42	0.44	0.46	0.48	0.50	0.52	0.54	0.56	0.58	0.60	0.62	0.64	0.66	0.68	0.70	0.72	0.74
300	0.24	0.33	0.36	0.39	0.42	0.45	0.48	0.51	0.54	0.57	0.60	0.63	0.66	0.69	0.72	0.75	0.78	0.81	0.84	0.87	0.90	0.93	0.96	0.99	1.02	1.05	1.08	1.11
400	0.32	0.42	0.46	0.50	0.54	0.58	0.62	0.66	0.70	0.74	0.78	0.82	0.86	0.90	0.94	0.98	1.02	1.06	1.10	1.14	1.18	1.22	1.26	1.30	1.34	1.38	1.42	1.46
500	0.40	0.51	0.56	0.61	0.66	0.71	0.76	0.81	0.86	0.91	0.96	1.01	1.06	1.11	1.16	1.21	1.26	1.31	1.36	1.41	1.46	1.51	1.56	1.61	1.66	1.71	1.76	1.81
600	0.48	0.60	0.66	0.72	0.78	0.84	0.90	0.96	1.02	1.08	1.14	1.20	1.26	1.32	1.38	1.44	1.50	1.56	1.62	1.68	1.74	1.80	1.86	1.92	1.98	2.04	2.10	2.16
700	0.56	0.70	0.77	0.84	0.91	0.98	1.05	1.12	1.19	1.26	1.33	1.40	1.47	1.54	1.61	1.68	1.75	1.82	1.89	1.96	2.03	2.10	2.17	2.24	2.31	2.38	2.45	2.52
800	0.64	0.80	0.88	0.96	1.04	1.12	1.20	1.28	1.36	1.44	1.52	1.60	1.68	1.76	1.84	1.92	2.00	2.08	2.16	2.24	2.32	2.40	2.48	2.56	2.64	2.72	2.80	2.88
900	0.72	0.90	0.99	1.08	1.17	1.26	1.35	1.44	1.53	1.62	1.71	1.80	1.89	1.98	2.07	2.16	2.25	2.34	2.43	2.52	2.61	2.70	2.79	2.88	2.97	3.06	3.15	3.24
1000	0.80	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60

31X Rangos Básicos de HP para Banda



Diagrama Exterior de 14 Poles (en pulgadas)

RFM del Estator	3.26	3.35	3.50	3.55	3.60	3.68	3.76	3.84	3.92	4.00	4.08	4.16	4.24	4.32	4.40	4.48	4.56	4.64	4.72	4.80	4.88	4.96	5.04	5.12	5.20	5.28	5.36	5.44	5.52	5.60	5.68	5.76	5.84	5.92	6.00	6.08	6.16	6.24	6.32	6.40	6.48	6.56	6.64	6.72	6.80	6.88	6.96	7.04	7.12	7.20	7.28	7.36	7.44	7.52	7.60	7.68	7.76	7.84	7.92	8.00	8.08	8.16	8.24	8.32	8.40	8.48	8.56	8.64	8.72	8.80	8.88	8.96	9.04	9.12	9.20	9.28	9.36	9.44	9.52	9.60	9.68	9.76	9.84	9.92	10.00																					
3000	0.55	0.64	0.73	0.82	0.91	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.54	1.63	1.72	1.81	1.90	1.99	2.08	2.17	2.26	2.35	2.44	2.53	2.62	2.71	2.80	2.89	2.98	3.07	3.16	3.25	3.34	3.43	3.52	3.61	3.70	3.79	3.88	3.97	4.06	4.15	4.24	4.33	4.42	4.51	4.60	4.69	4.78	4.87	4.96	5.05	5.14	5.23	5.32	5.41	5.50	5.59	5.68	5.77	5.86	5.95	6.04	6.13	6.22	6.31	6.40	6.49	6.58	6.67	6.76	6.85	6.94	7.03	7.12	7.21	7.30	7.39	7.48	7.57	7.66	7.75	7.84	7.93	8.02	8.11	8.20	8.29	8.38	8.47	8.56	8.65	8.74	8.83	8.92	9.01	9.10	9.19	9.28	9.37	9.46	9.55	9.64	9.73	9.82	9.91	10.00



Rangos Básicos de HP para Banda 31X

Diagrama Exterior de 14 Poles (en pulgadas)

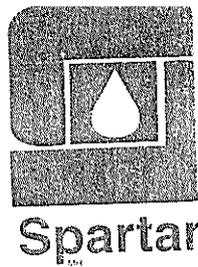
Tabla de Rangos Básicos de HP para Banda 31X

RFM del Estator	3.26	3.35	3.50	3.55	3.60	3.68	3.76	3.84	3.92	4.00	4.08	4.16	4.24	4.32	4.40	4.48	4.56	4.64	4.72	4.80	4.88	4.96	5.04	5.12	5.20	5.28	5.36	5.44	5.52	5.60	5.68	5.76	5.84	5.92	6.00	6.08	6.16	6.24	6.32	6.40	6.48	6.56	6.64	6.72	6.80	6.88	6.96	7.04	7.12	7.20	7.28	7.36	7.44	7.52	7.60	7.68	7.76	7.84	7.92	8.00	8.08	8.16	8.24	8.32	8.40	8.48	8.56	8.64	8.72	8.80	8.88	8.96	9.04	9.12	9.20	9.28	9.36	9.44	9.52	9.60	9.68	9.76	9.84	9.92	10.00																					
3000	0.55	0.64	0.73	0.82	0.91	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.54	1.63	1.72	1.81	1.90	1.99	2.08	2.17	2.26	2.35	2.44	2.53	2.62	2.71	2.80	2.89	2.98	3.07	3.16	3.25	3.34	3.43	3.52	3.61	3.70	3.79	3.88	3.97	4.06	4.15	4.24	4.33	4.42	4.51	4.60	4.69	4.78	4.87	4.96	5.05	5.14	5.23	5.32	5.41	5.50	5.59	5.68	5.77	5.86	5.95	6.04	6.13	6.22	6.31	6.40	6.49	6.58	6.67	6.76	6.85	6.94	7.03	7.12	7.21	7.30	7.39	7.48	7.57	7.66	7.75	7.84	7.93	8.02	8.11	8.20	8.29	8.38	8.47	8.56	8.65	8.74	8.83	8.92	9.01	9.10	9.19	9.28	9.37	9.46	9.55	9.64	9.73	9.82	9.91	10.00

APÉNDICE K
TABLAS PARA SELECCIÓN DE
FILTRO Y DETERGENTE
DESENGRASANTE

BH-38

DESENGRASANTE PARA TRABAJOS PESADOS
Biodegradable - Libre de Fosfatos



El nuevo BH-38 Ecológico mantiene y mejora las cualidades de limpieza en los lugares más difíciles en forma fácil y rápida.

El sinergismo obtenido con sus nuevos componentes, lo hacen más eficaz en su función de desengrasante para trabajos pesados.

Nuevo BH-38 Ecológico es económico ya que su gran poder de acción para disolver toda clase de materia grasa animal y vegetal permite mayor dilución sin que pierda sus cualidades de limpieza en comparación con otros productos.

Nuevo BH-38 Ecológico es seguro y versátil, ya que es un detergente no inflamable y en formulación se han incorporado inhibidores inorgánicos de corrosión de metales, evitando que dañe superficies de hierro y acero.

Nuevo BH-38 Ecológico es el resultado de estudios en su formulación para obtener un producto que cumpla con las normas y exigencias internacionales del cuidado del medio ambiente.

Nuevo BH-38 Ecológico es biodegradable significa que sus tensioactivos se degradan en forma natural al tomar contacto con el medio ambiente.

Nuevo BH-38 Ecológico es libre de fosfatos, significa que previene el crecimiento desmedido de algas en los receptores y afluentes naturales de agua, protegiendo el habitat natural de la flora y fauna.

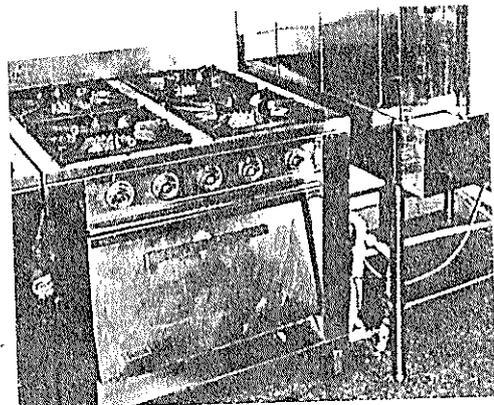
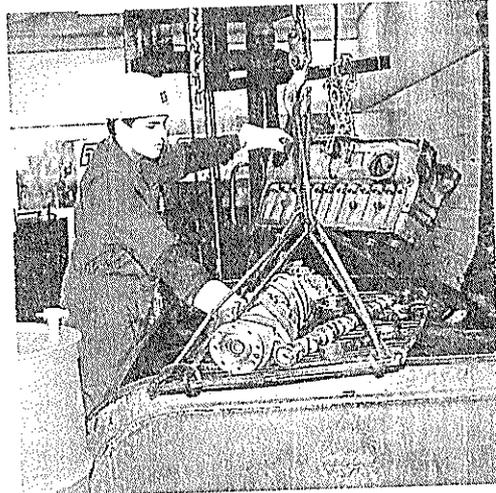


Nuevo BH-38 Ecológico es ideal para ser usado en garages, maestranzas, talleres de mantenimiento, estaciones de servicio, cocinas, procesadoras de alimentos; en el desengrase de todo tipo de equipos, partes, piezas y limpieza en general.

INSTRUCCIONES DE USO:
Puede ser aplicado utilizando escobilla, pulverizado o trapero, dependiendo de la superficie a limpiar.

Recomendamos al usuario experimentar con diferentes diluciones antes de establecer un procedimiento de limpieza. En muchos casos, debido a la gran eficacia del producto, tal trabajo se conseguirá diluyéndolo en más agua, proporcionando con ello una mayor economía. Después de limpiar la superficie debe ser enjuagada a fondo.

Debe emplearse con precaución en áreas pintadas debido a que contiene solvente (Butoxietanol).



BH-38

PRECAUCIONES:

En caso de contacto DERMICO, lavar con abundante agua el área afectada, posteriormente, aplicar crema humectante.
 En caso de contacto OCULAR, lavar por 15 minutos con abundante agua, si la irritación persiste, consulte a un médico.
 En caso de INGESTION, dar a beber jugos cítricos, inducir vómitos, consulte a un médico.

**MANTENGA FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS.
 MANTENGA EL ENVASE ORIGINAL CERRADO.**

GARANTIA:

Métodos modernos de producción y un riguroso control de labora aseguran siempre una calidad uniforme. De esta forma todos los productos manufacturados por Spartan de Chile Ltda., están incionalmente garantizados para dar completa satisfacción al usu

ESPECIFICACIONES TECNICAS

1. Total agentes activos: 11.6 mínimo	7. Aceite libre: Ninguno
2. pH (concentrado): 11.8 - 12.3	8. Punto de inflamación (copa - Cleveland): Ninguno
3. Peso específico a 24°C: 1,045	9. Estabilidad de almacenamiento: a. En condiciones normales: 1 año mínimo b. En condiciones extremas: 2 meses mínimo
4. Viscosidad: Fluidez del agua (a 24°C)	10. Miscibilidad: Completamente soluble en todas las proporciones con agua caliente o fría; forma emulsiones con aceite y disolventes insolubles en
5. Punto de turbiedad: Claro hasta 1° bajo cero	11. Enjuagabilidad: Se enjuaga libremente con agua fría y no deja película a
6. Solventes contenidos: Butoxi - etanol	12.- Biodegradable - Libre de Fosfatos

APLICACIONES	BH-38	AGUA
Motores Diesel	1 parte	1 parte
Motores máquinas, equipos	1	2
Limpieza y descarbonizado de culatas y pistones de aluminio	puro	
Desengrase de piezas mecánicas por inmersión	puro	
Maquinaria pesada	1	5
Limpieza interior y exterior de aviones	1	5
Limpieza de hornos	1	3
Limpieza de pisos con grasa	1	1
Limpieza de filtros y conductos de aire acondicionado	1	5
Limpieza de filtros de aire	1	2
Ladrillos, hormigón	1	2
Limpieza de paredes de cocina, azulejos, mármol, terrazo, etc.	1	7
Limpieza de campanas de extracción de humo	1	2
Limpieza de prensas de imprenta	1	4
Limpieza de prendas de goma	1	3
Limpieza de piezas de aluminio y acero inoxidable	1	10
Limpieza de piscinas	1	5



**Spartan del Ecuador
 Productos Químicos S**

Licencia de Spartan Chemic
www.spartanchemical.com
 Guayaquil: Cda. Vermaza Norte Mz. 12 S
 PBX: 2289011 Fax: (5934)23
 Casilla 4792 E-mail: spartan@spartanec.com
 Quito: Av. Eloy Alfaro y Calle Los E
 Telfs.: 2484320-2484321-248
 Machala: Pichinche No. 411 entre Col
 Telf.: 960222
 Cuenca: Calle Vieja 13-86 y Turuhait

MESH CHART

Mesh	Length of one side of screen (mm)	Thickness of wire (mm)	Mesh	Length of one side of screen (mm)	Thickness of wire (mm)
3	6.68	1.8	25	0.59	0.31
4	4.70	1.6	35	0.42	0.30
6	3.33	0.9	48	0.30	0.23
8	2.36	0.8	65	0.21	0.18
10	1.65	0.9	100	0.15	0.10
14	1.17	0.6	150	0.10	0.07
20	0.83	0.43	200	0.07	0.05



CIB-ESPOL

HANDLING ABRASIVES

Handling abrasive with a positive displacement pump is generally considered a tricky application. A rule of thumb is to oversize the pump and operate slower. This also applies to air-operated double diaphragm and solids handling rotary pumps. The key to handling abrasives is wear versus time, and internal fluid velocities which induce wear and accelerate erosion. With a diaphragm pump, solids; within the maximum size and percent, are handled well. However; the wearing components of a pump operating at 30 strokes per minute will be considerably less than that of a smaller pump operating at 130 strokes per minute. While initial costs may be less, another good rule of thumb is (decrease speed by half, increase life by a factor of six or more).

BIBLIOGRAFÍA

1. **SHIGLEY JOSEPH E.**, Diseño en Ingeniería Mecánica, editorial Mc Graw Hill México Septiembre 1990.
 2. **MANUEL VIEJO ZUBICAROL**, Bombas Teoría, Diseño y Aplicaciones, 2da. Edición, editorial Limusa México 1990.
 3. **JACK MC CORMAC**, Análisis Estructural ,3era. Edición, Harla Mexico 1983.
 4. **AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION**, Manual of Steel Construction Load Resistance Factor Design, 1era Edición 1986.
 5. **AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS** , Ventilación Industrial Manual de Recomendaciones Practicas, 25va. Edición 2004
 6. **ANGEL LARREINA** , Catalogo General 2004.
 7. **BONFIGLIOLI**, Catalogo para selección de motorreductores.
 8. **JOE MARTIN** , Catalogo 1090 , Arlignton 1987
 9. **FAG** ,Catalogo de Rodamientos
 10. **GOULDS**, Goulds Pumps, Inc, Catalogo Comercial.
-

11. **SALVADOR ESCODA**, Manual Practico de Ventilación, Catalogo Técnico 2da Edición.

12. **HOWARD F. RASE** , Diseño de Tuberías para Plantas de Proceso, Editorial Blume Madrid.

